

國立政治大學國際經營與貿易學系

碩士論文

中國電子製造業廠商生產效率

—共同邊界模型之應用

Efficiency of electronic manufacturing firms in China

-An application of meta-frontier approach

指導教授：陳坤銘 博士

研究生 張簡名真

中華民國 101 年 6 月

摘要

中國大陸近年來亮麗的經濟表現，讓世界有目共睹，而其背後的經濟成長趨動因素亦成為學界熱門的探討議題之一。本研究沿用 Battese and Rao(2004)之共同生產邊界模型架構，將中國大陸畫分為七個區域：西北地區、西南地區、東北地區、華北地區、華中地區、華南地區、華東地區，並採用 45,784 筆廠商個體資料先以隨機邊界法進行各區域生產邊界估計，再以數理規劃法取得包絡群組生產邊界的共同邊界，並藉之計算技術效率。其中，生產模型納入勞動、資本、中間投入三個生產要素；而技術無效率模型中則納入政府持股、廠商開業年數、台港澳資持股比例、外資持股比例以進一步探討造成技術無效率的可能因素。

實證結果發現，影響各地區技術無效率的因素各有不同，然而政府持股不約而同成為各區域顯著負面影響技術效率的因素。台港澳資亦為生產效率帶來負面效應、非台港澳之外資則僅在投資比例高的區域對生產效率產生顯著正面影響。而開業年數方面，本研究認為初期學習效果確實為技術效率帶來正面影響，但隨著年數增長，卻反而為技術效率帶來負面效果。技術效率方面，七個區域的技術效率估計值介於 70.5% 到 94.1% 之間，平均值為 85.6%，其中以華東平均技術效率估計值最高、西南居次，其次依序為東北、華南、華北、西北、華中地區。最後，本研究將實證結果與中國之經濟發展背景與政策做一比對，並發現技術效率表現良好之區域多半受惠於當地本身豐厚的自然資源或早期政府政策；而技術效率表現較差的區域，亦吻合中國政府當局的發展政策，顯示其政策正是提升當地技術效率、並撫平中國區域發展不均的有力政策。

目錄

第一章 緒論.....	1
第一節 研究動機及目的.....	1
第二節 研究內容.....	4
第三節 研究架構.....	7
第二章 研究方法.....	8
第一節 技術效率.....	8
第二節 隨機邊界法.....	11
第三節 共同邊界模型.....	19
第三章 模型設定及樣本資料分析.....	24
第一節 模型設定.....	24
第二節 資料來源及變數說明.....	30
第四章 實證結果.....	40
第一節 模型檢定.....	40
第二節 群組生產邊界與技術無效率模型估計結果.....	43
第三節 共同生產邊界估計結果.....	50
第四節 技術效率、技術缺口比率計算結果及分析.....	52
第五章 結論.....	60
第一節 結論.....	60
第二節 政策意涵.....	61
第三節 本研究之限制.....	62
參考文獻.....	63

圖目錄

圖 2-1 技術效率定義示意圖	9
圖 2-2 TE、TE*、TGR 示意圖	21
圖 3-1 生產者物價指數	33
圖 3-2 固定資產投資價格指數	34



表目錄

表 1-1 中國效率比較的相關文獻彙整	5
表 2-1 SFA 和 DEA 方法比較彙整	10
表 2-2 B&C1992 模型與 B&C1995 模型比較	19
表 3-1 生產函數檢定結果	27
表 3-2 「通信設備、電腦及其他電子設備製造業」行業分類	31
表 3-3 中國七大地區涵蓋行政區	32
表 3-4 生產函數投入要素之敘述統計	35
表 3-5 七大地區政府持股比例之敘述統計	36
表 3-6 七大地區開業年數之敘述統計	37
表 3-7 台港澳資、外資持股比例統計彙整	39
表 4-1 群組生產技術檢定結果	41
表 4-2 群組生產無效率檢定結果	42
表 4-3 群組生產邊界估計結果	44
表 4-4 投入要素之係數估計值與規模報酬值	46
表 4-5 無效率模型估計結果	49
表 4-6 各地區影響無效率之因素彙整	50
表 4-7 共同生產邊界估計結果	51
表 4-8 七大地區平均技術效率估計結果	54
表 4-9 TE,TGR,TE*以 LP 計算結果	55
表 4-10 TE,TGR,TE*以 QP 計算結果	56

第一章 緒論

第一節 研究動機及目的

中國自 1978 年改革開放以來，整體經濟發展便突飛猛進的成長。如 1978 年時，中國實質 GDP 為 1,580 億美元，到 2006 年時已高達 21 兆美元，平均年成長率高達 9.5%。1978 年到 2006 年間，其人均 GDP 也從 165 美元成長到 1,641 美元，在三十年間約成長了十倍。至 2010 年為止，中國之 GDP 更已達 3.2 兆，人均 GDP 則高達 2,425 美元¹。亮麗的經濟成長表現，讓世界刮目相看。

然而，經濟成長有兩個主要來源：一是生產要素，如勞動與資本的增加，另一是生產技術或效率的進步。中國的經濟成長，究竟源自於大量的生產要素投入，還是生產技術、效率的提升？Krugman(1994)曾指出，亞洲四小龍所創造的東亞經濟奇蹟，主要是一種投入型成長，而不是源自技術的進步，因此，如果新興工業化國家不在技術、管理效率及教育投入領先，則高成長率將難以維持。Young(1992,1995)也在深入分析東亞國家後，對成長奇蹟抱持懷疑。他認為亞洲的成長奇蹟只是源自短期內勞動、資本的快速累積和投入。此一議題亦引發後續一連串的爭議和研究，如 Liang(1995、2002、2009)、Grossman and Self(2006)、Sickles and Cigerli(2009)等。

因此，中國經濟成長背後的驅動力量，便成為近年來經濟發展理論上的重要研究課題。如 Fan (1991)認為 1980 年代中國的成長主要來自制度改善，而非效率成長。Hu and Khan(1997)認為中國全要素生產力平均 319%的增長，可以解釋中國改革初期超過 40%的成長。Mao et al.(1997)則認為中國的農業生產力改善，主要來自技術，而非效率的進步。傅曉霞、吳利學(2006)也指出中國區域間的經濟差異來自要素積累的不同。

¹ 數據來源為世界銀行資料庫。以 2000 年之價格為基期。

然而，從過去文獻可得知，技術效率的改善與否才是影響未來經濟能否持續成長的關鍵。那麼，影響中國生產技術效率的原因究竟為何？部分學者認為廠商特性是一重要因素。如 Su and He(2011)實證結果指出，政府持股會對技術效率帶來負面影響。莊奕琦、許碧峰(2001)、陳永生(2001)、林祖嘉、陳湘菱(2009)、Ping (2009)等人的研究則指出，在中國，外人投資的企業其市場表現明顯高於中國內資企業。

值得一提的是，中國因幅員遼闊，影響各地生產技術效率的因素也各不相同。加上各地區的生產條件並不一致，若直接以相同的生產技術來衡量技術效率，並不妥當。因此，Battese *et al.*(2004)所提出的共同邊界(Meta-frontier)模型，讓各區域在相同的基礎上進行生產效率的比較，是一較合適的生產效率比較方式。

但是，過去對於中國生產效率進行比較、探討的相關研究，卻較少以共同邊界架構進行。如 Mao *et al.*(1997)、Hu *et al.*(2006)、Berger *et al.*(2009)等，均直接將中國各地視同單一生產技術。關於中國生產效率比較的相關文獻詳見表 1-1。近年來，儘管已開始出現使用共同邊界架構進行的研究。例如，白敏怡(2007)以 2000-2005 年的資料，將中國劃分為四個區域，分別進行創新體系的效率研究。Chen *et al.* (2008)同樣將中國劃分為四個區域，以進行農業的技術效率比較。不過，因中國大陸個體廠商之資料蒐集不易，對於生產效率的實證研究均以省分資料為主；其群組劃分，通常也僅以地理位置粗分為三到四個地區；關於製造業的文獻更嫌不足。

基於該議題的重要性，以及現有文獻的不足，本研究擬在共同邊界的架構下，將中國細分為七個區域，以執行各區域技術效率的比較，此相較於過去文獻僅粗分為三到四個區域，更能區別各省分的生產表現。這不僅可做為未來的投資區位參考，甚至可以驗證政府地方施政成效，或未來「因地制宜」的政策擬定參考。本研究並進一步納入四項可能影響生產效率的因素，以期了解造成

各地區技術無效率的原因。此外，本研究以帶動中國經濟成長重要的電子製造業為研究對象，並以可貴的龐大製造業廠商個體資料進行分析，亦彌補了過去共同邊界應用在該產業文獻上的不足。



第二節 研究內容

基於中國市場的潛力與衡量生產效率帶來的重要意義，本研究擬沿用 Battese, *et al.*(2004)提出之共同邊界概念，探討中國大陸電子製造產業之生產效率。本研究採用中國國家統計局 1998-2006 年之工業企業數據庫，共計 17,700 家廠商、45,784 筆之實際投入生產資料，進行生產效率的比較。

本研究將中國劃分為西北、西南、東北、華北、華中、華南、華東七個地區，並使用隨機邊界法進行各個區域的生產邊界估計。獲得各區域之生產邊界後，再以數理規劃法，分別採用線性及非線性方式，找出一條包絡所有群組生產邊界的曲線，成為該產業所有廠商的共同生產邊界。在群組生產邊界及共同生產邊界的基礎之下，透過廠商實際生產點和群組生產邊界的距離，來衡量各區域的技術效率。並以廠商實際生產點、群組生產邊界和共同生產邊界的距離，來衡量與比較各區域的技術效率，以及各區域的技術落差。

此外，為了能夠進一步了解造成各區域技術無效率的原因，本研究在估計群組生產邊界的同時，亦加入技術無效率模型的估計。並在技術無效率模型中納入四項可能的影響因素：政府持股、開業年數、台港澳資持股、非台港澳之外資持股，以觀察其影響各區域技術無效率的方向。

表 1-1 中國效率比較的相關文獻彙整

作者	產業	共同邊界	資料期間	估計方法	無效率模型	資料型態	資料類型	分類指標/類別名稱
Mao <i>et al.</i> (1997)	農業	N	1984-1993	DEA	N	縱橫資料	省分	行政區域/29 個省份
Hu <i>et al.</i> (2006)	能源使用	N	2005	SFA DEA	N	橫斷面	省分	地理區域/東、中、西部
王志剛、龔六、陳玉宇(2006)	總體	N	1978-2003	SFA	N	縱橫資料	省分	地理區域/東、中、西部
于立、王鐵(2007)	服裝業	Y	1988 與 2004	SFA	Y	橫斷面	廠商個體資料 (62 筆)	企業類型/國有企業、城市私有企業、非聯營鄉鎮企業、聯營企業、合資企業
白敏怡(2007)	創新體系	Y	2000-2005	SFA	N	縱橫資料	省分	地理區域/東北、東、中、西部
Chen <i>et al.</i> (2008)	農業	Y	1999	SFA	N	橫斷面	省分	地理區域/東北、東、中、西部
林祖嘉、陳湘菱(2009)	工業	N	2001-2007	SFA	Y	縱橫資料	廠商個體資料	地理區域/西北、西南、東北、華北、華中、華南、華東共七區
Berger <i>et al.</i> (2009)	銀行業	N	1994-2003	-	N	縱橫資料	廠商個體資料	38 間銀行
張毅、劉維奇、李景峰(2011)	物流業	Y	2000-2009	SFA	N	縱橫資料	廠商個體資料	經濟區域/環渤海、長江三角洲、珠江三角洲地區

汪克亮、楊寶臣、 楊力(2011)	能源使用	Y	2001-2007	DEA	N	縱橫資料	省分	地理區域/東、中、西部
張近樂、劉恬(2012)	航空航天 製造業	N	2001-2009	SFA	Y	縱橫資料	省分	行政區域/22 個省份
謝蕊蕊、王燕(2012)	工業	Y	1997-2009	SFA	N	縱橫資料	省分	地理區域/東、中、西部

資料來源：本研究整理



第三節 研究架構

本研究共分為五章，章節安排簡述如下：

第二章為研究方法的介紹，以生產力和生產效率的不同為出發點，第一節說明衡量生產效率的意義，以及效率的衡量方式，並進一步說明如何進行不同群體之間效率的比較。第二節則介紹隨機邊界模型。從隨機模型的概念切入，並詳細說明該方法在數據使用、模型假設以及估計方法上的演進。第三節則運用共同邊界模型說明生產效率之間如何進行合理的比較，並回顧過去使用共同邊界進行效率比較的文獻。

第三章為模型設定及樣本資料分析。第一節說明模型的設定，並從模型檢定下手，先確定模型的設立正確，之後說明本研究之實證隨機邊界模型以及共同生產邊界模型。隨後，第二節說明本研究實證資料的來源，並分別對隨機生產邊界模型及無效率模型內的變數定義加以說明，並進行樣本的敘述統計分析。

第四章則為實證結果之分析。第一節先說明樣本資料的檢定結果，以確認研究方法的適用性。第二節則分別列出各區域隨機生產邊界的參數估計結果，並與過去文獻及預期結果作比較；第三節則詳列共同邊界模型參數估計結果。第四節分析及比較群組、共同邊界的技術效率估計值與技術缺口率，並進一步探討可能的原因。接著，以本研究之實證結果和中國之經濟發展情況及過去文獻做比較。

第五章為結論。第一節歸納本研究所得到的結果，包含各區域的技術效率值、以及群組之間的比較，還有造成技術無效率的可能因素。第二節則說明本研究的政策意涵。第三節則說明本研究所受到的限制，以及未來可繼續延伸的方向。

第二章 研究方法

第一節 技術效率

2.1.1 技術效率的定義

相較於生產效率的概念，早期以「生產力」來衡量個體廠商、甚或一經濟體的表現。生產力，描述的是投入與產出之間的關係，如總要素生產力 (Total factor productivity; TFP) 定義為：總產出/總投入。TFP 衡量的是總產出和總投入之間的比值，故當生產力越高，表示在相同的投入之下，可獲得的產出越高；或者在相同的產出之下，投入越少。

而效率的概念，由 Farrell(1957) 首度提出，其描述的則是生產力有待改善的程度。效率可由兩個面向來定義。以生產面而言，即是指「目前生產量」和「現有投入下可達到之潛在最大產量」的差距。相對的，若以成本面來衡量，則是指「目前的生產成本」與「達現有產出下可能的最小成本」之間的差距。以圖 2-1 為例，假設在一項產出(y)、兩項投入(X_1 、 X_2)的情況下，某廠商的投入組合為(X_1^1, X_2^1)，產出為 y_0 ，即圖中之 B 點。然而，在該產出水準 y_0 與生產要素投入比例($\frac{X_2^1}{X_1^1}$)之下，僅需要 A 點之投入量即可達成 (即 y_0 等產量線與要素比例相切點)。因此，若以投入面來定義技術效率，則 B 廠商的技術效率為 $OA/OB =$ 潛在最小投入/目前投入，其技術無效率則為 $1 - OA/OB$ ，可表達為下式：

$$TE_i = \text{Min}\{\lambda \mid (y, \lambda X) \text{ is feasible}\} \quad (2-1)$$

相對的，B 廠商在目前的投入水準(X_1^1, X_2^1)之下，可達到的最大產出為 y_1 ，因此，若以產出面來定義技術效率，則可表示為 $TE_o = y_0/y_1 =$ 目前產量/潛在最大產量。故產出面的技術無效率為 $1 - y_0/y_1$ 。產出面的技術效率亦

可由下式表達：

$$TE_o = \text{Max}\{\theta \mid (y/\theta, X) \text{ is feasible}\} \quad (2-2)$$

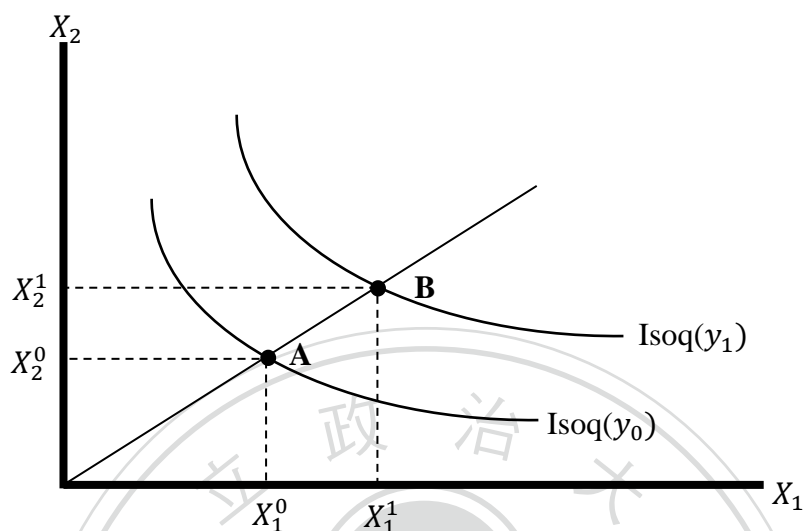


圖 2-1 技術效率定義示意圖²

2.1.2 效率的估計方法

估計效率的方法，主要區分為參數法及無參數法。參數法是指利用計量迴歸的方式來估計潛在的生產邊界。其中最被廣為使用的便是隨機邊界法 (Stochastic frontier analysis, SFA) — 在估計廠商潛在生產邊界時，加入隨機因素的考量，以捕捉無法避免的隨機衝擊所帶來的影響(詳見第二節)。參數法最大的特點是，估計前需事先對函數型式進行假設，因此可能存在函數型式設定錯誤的風險。但也因為採用計量方法估計，可按照不同的資料進行不同的函數、分配設定，因而被廣泛使用。

無參數法可分為確定性無參數法及不確定性參數法。其中又以確定性無參數法，即資料包絡分析法(Data envelopment analysis, DEA)，最被廣泛應用。DEA 是以數理規劃的方式找出生產邊界，該方法無需事先對函數型式進行

² 參考 Christine Amsler *et al.*(2009)繪製

假設。此外，該方法認為生產邊界是由最佳生產組合點所構成，因此為一確定性邊界。

由於SFA與DEA兩方法的特性及優缺點恰好互補，目前均被廣泛使用。隨機邊界法包含隨機誤差項，因此估計時干擾項會被納入隨機誤差項中，使估計不容易受到干擾。反觀DEA，因為採用數理規劃法，係一方程式的型態，沒有隨機誤差項的嚴重缺點便是所有隨機干擾最終都被視為無效率、且容易受到極端值的影響而錯估邊界。然而，DEA數理規劃方法的特質，使其允許多元產出的情況，這卻是SFA方法所不及的。例如在農業的研究上，常常需要農作物及牲畜兩項產出共同估計，此時，則無法以SFA進行估計。

表 2-1 SFA 和 DEA 方法比較彙整

	SFA	DEA
生產函數 參數估計	以計量迴歸方法估計而得	以數理規畫方法獲得
生產函數型式 假設	需要事先設定函數型式	不需事先假設函數型式
隨機誤差項	模型內有隨機誤差項，可 捕捉干擾項	模型內沒有隨機誤差項， 干擾項直接被視為無效率
容許產出變數	單一產出	多產出

資料來源：本研究整理

SFA與DEA兩種方法因各有優劣，都經常被用於效率的衡量，過去也有許多文獻探討兩方法的差異。如Reinhard *et al.*(2000)分別採用兩種方法估計荷蘭農場的效率，結果顯示技術效率的平均值有些微差異。由於參數法彈性大且可應用範圍廣，加上考量DEA方法可能受隨機誤差項干擾而影響估計結果。因此，本研究選擇採用隨機邊界法進行估計。此外，本研究亦在估計生產邊界前，先行對函數型式進行檢定，以降低函數型式設定錯誤的風險。

1.1.3 效率的比較

過去，若欲比較群組之間的效率，通常採用以下兩種方法：第一種，先個別估計，再比較各自的效率。但是因為每個群組的生產邊界各不相同，這樣的比較並不合理。第二種方式則是綜合所有資料一起估計一個生產函數，再比較效率的表現。但是此法隱含所有群組面對相同的生產技術，顯然與事實更不相符。共同邊界(Meta-frontier)方法的誕生，主要就是彌補這項缺失。

所謂共同邊界，就是採用參數法或無參數法分別估計各群組的生產前緣，再透過數理規劃的方式，找出一條包絡所有群組之生產前緣的曲線，形成共同邊界。如此一來，便可以在允許群組之間存在差異，卻又讓所有廠商、群組在一致的基礎上進行比較。詳見第三節。

第二節 隨機邊界法

2.2.1 隨機邊界的起源

隨機邊界分析法(Stochastic frontier analysis, 簡稱 SFA)源自於 1977 年幾乎同時發表的兩篇文章 Meeusen *et al.*(1977)及 Aigner *et al.* (1977)。其後不久 Battese, *et al.*(1977)也提出相似概念：在生產過程中，廠商可能受到無法預期、無法控制的外在因素干擾而影響最終產出。因此，衡量廠商生產效率時，不僅應考慮廠商本身的技術無效率，還需將隨機干擾項納入考慮。SFA 分析法遂於原本的確定性生產邊界中加入隨機成分，如下式：

$$Y_i^* = F(x_{1i}, x_{2i}, x_{3i}, \dots, x_{ki})e^{v_i} \quad (2-3)$$

式中 $F(x_{1i}, x_{2i}, x_{3i}, \dots, x_{ki})$ 為一確定性生產邊界，而 e^{v_i} 即為廠商無法控制的生產函數隨機衝擊，如天災、突發事故等等。因此， Y_i^* 是第 i 家廠商的隨機邊界產出。

故廠商的實際產出 Y_i 可表示為隨機邊界產出與廠商本身生產無效率之乘積。組合誤差項 $\varepsilon_i = v_i - u_i$ 涵蓋了生產函數的隨機衝擊 v_i 與廠商生產無效率 u_i 。

$$Y_i = Y_i^* \times e^{u_i} = F(x_{1i}, x_{2i}, x_{3i}, \dots, x_{ki}) \times e^{v_i - u_i} \quad (2-4)$$

因此，在隨機邊界模型下，技術效率(Technical Efficiency, TE_i)即為 e^{-u_i} ，如(2-5)式所示。

$$TE_i = \frac{\text{實際產出}}{\text{最大可能產出}} = \frac{Y_i}{Y_i^*} = \frac{F(x_i; \beta) e^{v_i} e^{-u_i}}{F(x_i; \beta) e^{v_i}} = e^{-u_i} \quad (2-5)$$

其值介於 0 到 1 之間，越大表示技術效率越高；反之，則表示技術效率越低，而技術無效率值則為 $1 - e^{-u_i}$ ，近似於 u_i 。

2.2.2 技術效率項的分配設定

於早期的 Meeusen *et al.* (1977)、Aigner *et al.* (1977)、Battese and Corra (1977) 三篇文章內，隨機生產模型表示如下：

$$Y_i = F(x_i; \beta) \cdot \exp(v_i - u_i) \quad (2-6)$$

其中， Y_i ：第 i 家廠商之總產出；

$F(x_i; \beta)$ ：生產函數， x_i 即為第 i 家廠商的要素投入；

v_i ：為第 i 家廠商的隨機衝擊，涵蓋廠商所有無法控制的變因，

$$v_i \sim iid N(0, \sigma_v^2), -\infty < v_i < \infty;$$

u_i ：表示第 i 家廠商的生產無效率，因此 $u_i \geq 0$

假設 v_i 、 u_i 、 x_i 之間相互獨立，亦即廠商之投入與技術無效率之間無關。

Meeusen *et al.* (1977) 並假設其中 u_i 服從指數分配，Battese and Corra (1977) 則假設 u_i 服從截斷常態分配(Truncated normal distribution)，

$u_i \sim N^+(0, \sigma_u^2)$ 。Aigner *et al.*(1977)則同時考慮指數分配和半常態分配(Half-normal distribution)。之後也陸續有諸多學者提出更多種分配假設。如Greene(1980)假設 u_i 服從 Gamma 分配；Stevenson(1980)提出了 Gamma 及截斷常態分配；Lee(1983)則提出了包含四個參數的 Pearson 分配等。

然而，採用何種分配假設，雖然將影響最終效率估計值的不同，但更值得注意的是，即使技術效率估計值不一，廠商之間效率值的排序卻不因此受影響。因此，Ritter and Simar(1997)建議使用簡單的分配假設即可。

2.2.3 縱橫資料(Panel data)的應用

早期 Meeusen *et al.* (1977)及 Aigner *et al.*(1977)等人提出的研究僅採用橫斷面資料。Schmidt and Sickles(1984)認為橫斷面資料存在三大問題：(1)為求得廠商技術效率值，必須對迴歸式中代表無效率(u_i)的誤差項做特定分配之假設；(2)假設迴歸式中技術無效率項與廠商之投入相互獨立並不合理；(3)在強烈的假設下，廠商的技術無效率(u_i)估計值仍不具統計上的一致性(Consistency)。他們認為只有合併橫斷面、與時間序列的縱橫資料(Panel data)才能克服這些缺點，因為縱橫資料不僅允許放鬆部分甚至全部假設，且可獲得具有一致性的 u_i 估計值。

Pitt and Lee(1981)及 Schmidt and Sickles(1984)首先以縱橫資料進行隨機邊界模型的估計，其模型表示如下：

$$\ln Y_{it} = \beta_0 + \sum_n \beta_n \ln x_{nit} + v_{it} - u_i \quad (2-7)$$

其中， v_{it} 為隨機誤差、 u_i 表示技術無效率項， $u_i \geq 0$ 。然而，Pitt and Lee(1981)仍分別對 v_{it} 、 u_i 進行常態、截斷常態分配的假設，技術無效率項與要素投入相互獨立的假設亦未放鬆，並以最大概似估計法進估計。

Schmidt and Sickles(1984)則以固定效果模型(Fixed effect model)與隨機

效果模型(Random effect model)來處理縱橫資料。以下分別對兩模型做一簡介。

(1) 固定效果模型

基本概念是將每間廠商視為一個虛擬變數，因此在文獻上又稱為 Least square dummy variable model(LSDV)。其做法是將 u_i 視為固定，並把它與截距項合併，因此，同時間點個別廠商的技術效率差異，會直接反應在常數項上。這表示技術效率水準的不同，主要來自廠商個別特性的差異，而非時間所造成的。因此廠商不會隨時間改變其技術效率。模型表示如下：

$$\ln Y_{it} = \beta_0 + \sum_n \beta_n \ln x_{nit} + v_{it} - u_i \quad (2-8)$$

$$= \beta_{0i} + \sum_n \beta_n \ln x_{nit} + v_{it} \quad (2-9)$$

其中 v_{it} 為隨機誤差項， $u_i \geq 0$ 表示技術無效率項， $\beta_{0i} = \beta_0 - u_i$ 表示個別廠商的截距項。將(2-9)式直接以最小平方方法進行估計後，取 β_{0i} 之最大值，為 β_0 之估計式，如(2-10)式。 u_i 的估計值與 TE_i 的估計式則分別如(2-11)式與(2-12)式所示。

$$\widehat{\beta}_0 = \max\{\widehat{\beta}_{0i}\} \quad (2-10)$$

$$\widehat{u}_i^* = \widehat{\beta}_0 - \widehat{\beta}_{0i} \geq 0 = \widehat{u}_i - \min(\widehat{u}_i) \quad (2-11)$$

$$TE_i = \exp\{-\widehat{u}_i^*\}, 0 \leq TE_i \leq 1 \quad (2-12)$$

(2-12)式表示至少會有一家廠商的技術效率值為1，而其他廠商的技術效率值是與該家廠商的相對技術效率。

固定效果模型最大的優點是無須對分配進行任何假設，亦允許技術無效率項與投入之間存在關聯性。此模型只需要基本的隨機誤差項與解釋變

數獨立的假設成立，即 $E[v_{it}|x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{iT}] = 0$ 。

(2) 隨機效果模型

因考慮技術無效率可能是非固定的，因此將截距項設定為隨機變數的型態(u_i 為隨機)，此做法代表每一個橫斷面有不同的結構，並假設技術無效率和解釋變數之間不相關。其模型表示如下：

$$\ln Y_{it} = \beta_0 + \sum_n \beta_n \ln x_{nit} + v_{it} - u_{it} \quad (2-13)$$

$$\ln Y_{it} = (\beta_0 - E(u_i)) + \sum_n \beta_n \ln x_{nit} + v_{it} - (u_i - E(u_i)) \quad (2-14)$$

$$= \beta_0^* + \sum_n \beta_n \ln x_{nit} + v_{it} - u_i^* \quad (2-15)$$

隨機效果模型中，因為同一間廠商在不同時期下的 u_i^* 可能會存在相關。因此，第一階段採用最小平方法進行所有參數值的估計後，接著再以一般化的最小平方法進行 β_0^* 和 β_n 的估計。 u_i^* 可透過下式表達：

$$\widehat{u}_i^* = \frac{1}{T} \sum_t (\ln Y_{it} - \widehat{\beta}_0^* - \sum_n \widehat{\beta}_n \ln X_{nit}) \quad (2-16)$$

$$\widehat{u}_i = \max\{\widehat{u}_i^*\} - \widehat{u}_i^* \quad (2-17)$$

$$TE_i = \exp\{-\widehat{u}_i^*\}, 0 \leq TE_i \leq 1 \quad (2-18)$$

相較於固定效果模型，雖然在隨機效果模型之下，必須假設解釋變數和技術無效率項不相關，但由於隨機效果模型不需假設虛擬變數，較不會損耗自由度，因此當廠商數量較多時亦較固定效果模型適用。

2.2.4 技術效率項的時間設定

Schmidt and Sickles(1984)雖採用縱橫資料進行估計，但模型內假設廠商之技術效率不隨時間變動顯然不甚合理。尤其當樣本觀察期間越長，該假設

越無法使人信服。因此，Corwell, Schmidt and Scikces (1990)、Kumbhakar(1990)、 Battese and Coelli(1992)相繼提出使用縱橫資料來估計技術效率隨時間變化的隨機生產邊界。他們並分別針對技術無效率項做了不同設定。隨時間變化的生產邊界模型基本設定如下：

$$y_{it} = \beta_{0t} + \sum_n \beta_n \ln x_{nit} + v_{it} - u_{it} \quad (2-19)$$

$$= \beta_{it} + \sum_n \beta_n \ln x_{nit} + v_{it} \quad (2-20)$$

其中， $\beta_{it} = \beta_{0t} - u_{it}$ 表示第 i 廠商、在第 t 期時的截距項。然而，由 N 筆數據顯然無法估計 N 項係數、 β_{it} 與 σ_v^2 。因此，學者們陸續提出各種無效率項(或為截距項)的函數設定。如 Corwell, Schmidt and Scikces (1990)將截距項表達為時間的二次函數，如式(2-21)所示。

$$\beta_{it} = \Omega_{i0} + \Omega_{i1}t + \Omega_{i2}t^2 \quad (2-21)$$

此表示每家廠商的截距項會隨著時間變動、且受影響的方式、程度也因廠商各異。

Kumbhakar(1990)、 Battese and Coelli(1992)則將時間對於各家廠商無效率項的影響型態設為相同，只有大小程度的區別。Kumbhakar(1990)將模型內截距項的設定多了兩個待估參數 b 和 c ，用以描述時間和 β_{it} 之間的關係：

$$\beta_{it} = [1 + \exp(bt + ct^2)] \quad (2-22)$$

此外，亦可透過對 b 和 c 檢定來確認無效率項是否隨著時間變化。

而 Battese and Coelli(1992)則將模型設定如下：

$$\beta_{it} = \exp\{-\gamma(t - T)\} \quad (2-23)$$

其中 γ 為一待估參數，用以表達 β_{it} 的收斂速度。當 $\gamma > 0$ 時，當 $\gamma > 0$ 時， $\beta(t)$ 會以增速遞減； $\gamma < 0$ 當 $\beta(t)$ 會以增速遞增； $\gamma = 0$ 則表示 $\beta(t)$ 會固定不變。

2.2.5 技術效率估計方式

模型設定完成後，即可開始對模型進行估計。對於縱橫資料的估計，通常有三種方式：固定效果模型(Fixed effect model)、隨機效果模型(Random effect model)、最大概似估計法(Maximum likelihood estimation)。前兩種方法雖然較簡單易行，但是在觀察期、廠商數不一的情況下會受到限制，如當廠商家數多、而時間較短時，隨機效果表現較佳；而當 u_{it} 和解釋變數的獨立性不成立時，則不能採用隨機效果模型等等。本研究則採用 Coelli 教授提供之 Frontier4.1 軟體，對 v_{it} 、 u_{it} 進行特定分配的假設，並以最大概似估計法進行。

然而，在隨機邊界模型中，誤差項係隨機誤差項和技術無效率項的組合，因此，若欲單純對其中技術無效率項進行估計，必須先依據 v_{it} 、 u_{it} 的分配假設，建立組合誤差項 $\varepsilon_i = v_i - u_i$ 的聯合機率密度函數。接著，再藉由該機率密度函數建立對數概似函數，並以最大概似估計法進行係數值及 σ_v^2 、 σ_u^2 的估計。最後，再按定義求算技術效率。本研究參考 Battese and Coelli(1988)的建議，將技術效率表示如下：

$$TE_i = E(\exp(-u_i) | \varepsilon_i) \quad (2-24)$$

2.2.6 納入外生變數的技術無效率模型

模型內若允許效率隨時間改變，就必須進一步在各個不同的時間、或不同廠商中探討導致生產效率變化的決定因子。早期，這方面的研究是採用兩階段估算法：第一階段先取得生產邊界的係數估計值以及技術無效率的估計值，第二階段再以該技術無效率估計值對其他外生變數進行迴歸分析。例如，Pitt and Lee(1981)、Kalirajan(1981)都是以兩階段方法進行估計。

後來，Deprins and Simar(1989)、Wang and Schmidt(2002)相繼對二階段估計方法提出疑義，他們認為其估計結果的有效性值得商榷，Wang and

Schmidt(2003)在對二階段及一階段估計法做比較時，也發現兩階段估計方所得結果會有偏誤。Kumbhakar *et al.* (1991)、Reifshneider and Stevenson(1991)、Huang and Liu(1994)等人於是進一步提出一階段的估計方法：在給定分配假設之下，對隨機邊界之參數、與技術無效率模型同時進行估計。Battese and Coelli(1995)也將一階段估計的方法，從橫斷面資料拓展運用在縱橫資料上。Battese and Coelli(1995)將技術無效率項直接設為外生變數的函數，其模型表示如下：

$$Y_{it} = \exp(x_{it}\beta + V_{it} - U_{it}) \quad (2-25)$$

$$U_{it} = z_{it}\delta + W_{it} \quad (2-26)$$

模型中 z_{it} 即是技術無效率項的解釋變數， δ 則為待估參數。因此，在估計生產函數的同時，可對無效率模型同時進行估計，技術效率遂可表示如下：

$$TE_{it} = \exp(-U_{it}) = \exp(-z_{it}\delta - W_{it}) \quad (2-27)$$

目前最常被應用在 Time-varying 隨機生產模型之設定為 Battese and Coelli(1992)及 Battese and Coelli(1995)兩種模型。兩模型皆是採用一階段的方法進行生產邊界的估計，惟後者納入外生變數的應用，可進一步探討造成技術無效率的因素。因此，本研究擬採用 Battese and Coelli(1995)模型進行實證研究。Battese and Coelli(1992)模型與 Battese and Coelli(1995)模型之比較詳見表 2-2。

表 2-2 B&C1992 模型與 B&C1995 模型比較

Battese and Coelli(1992)	Battese and Coelli(1995)
$Y_{it} = \exp(x_{it}\beta + V_{it} - U_{it})$ $U_{it} = \eta_{it}U_i = \{\exp[-\eta(t - T)]\}U_i$	$Y_{it} = \exp(x_{it}\beta + V_{it} - U_{it})$ $U_{it} = z_{it}\delta + W_{it}$
無效率項 Time-varying	無效率項 Time-varying
一階段估計法	一階段估計法

資料來源：本研究整理

第三節 共同邊界模型

共同邊界的基本概念，首見於 Hayami (1969)。他運用 1957-1962 年、38 個國家的跨國資料進行估計，試圖找出已開發國家和低度開發國家之間生產力不同的原因。延續此研究課題，Hayami and Ruttan (1970,1971)接著指出，所有國家在現存的資源、技術水準下，應擁有相同的潛在生產邊界，但因各國家、各廠商的接收程度不同、發展程度不同，因而造成生產效率不同。他們繼續以該 38 個國家資料估計跨國的總生產函數，並將之稱為共同生產函數 (Meta-frontier production function)。此即文獻上應用共同生產函數來衡量及比較效率的雛型。

Ruttan *et al.* (1978)進一步將共同生產函數定義為所有群組最有效率之生產組合的包絡曲線。此隱含各國會在現有的稟賦與資源環境下選擇最適合的方式進行生產。後續也有諸多學者利用此概念進行生產效率的跨群組實證分析，如 Mundlak and Hellinghausen (1982)、Kawagoe *et al.*(1985)、Hayami and Ruttan(1985)、Lau and Yotopoulos (1989)、Boskin and Lau (1992)、Kim and Lau (1994)等。

Sharma and Leung(2000)及 Gunaratne and Leung(2001)則首度將隨機的概念引入共同生產函數中。Sharma and Leung(2000)採用 Kim and Lau(1994)的共同生產函數結合 Battese and Coelli(1995)的無效率模型，以探討不同國家中鯉魚養殖場的生產效率。Gunaratne and Leung(2001)則是採用 Hayami and Ruttan (1970)的共同生產函數模型，以分析亞洲地區黑龍蝦產業的技術效率。

此模型雖被廣泛運用於生產效率的比較，卻一直沒有明確的衡量方式去比較各群組的技術效率，Battese and Rao (2002)提供了一個解決方式。Battese and Rao 引入 Boskin and Lau(1992)分析生產力和技術進步的架構，在進行生產邊界的估計後，進一步利用廠商生產組合點與潛在的群組邊界、共同邊界的落差定義了技術缺口比率 TGR(Technology gap ratio, TGR)－群組邊界和共同邊界的落差、隨機誤差比率 (Random error ratio, RER)－群組邊界隨機誤差/共同邊界隨機誤差、技術效率比率 (Technical efficiency ratio, TER)－生產組合點和群組邊界的距離/生產組合點和共同邊界的距離等，讓效率的比較變得更容易。

惟 Battese and Rao (2002)採用兩階段的估計方式進行。一方面利用各群組資料分別對每個群組生產邊界進行估計；另一方面採用全部廠商的生產資料估計共同生產邊界。由於此作法無法保證共同邊界可以包絡所有的群組邊界，因而造成意義上的矛盾。隨後，Battese and Rao (2004)解決了此項缺點，他採用一階段的估計方式，在進行生產邊界估計的同時，也同時將無效率項一起估計。此外，應用線性規劃法找出一條共同邊界，並將之定義為包絡各個群組生產邊界的確定性邊界。接著，再以 1990-1995 年印尼中大型成衣廠共 6,864 筆縱橫資料做了實證研究。其研究中將印尼按照地理區域分為五個群組，先分別以五個區域的廠商資料估計出五個群組生產邊界後，再用線性規劃法找出共同生產邊界。然後，以廠商生產組合點和群組邊界以及共同邊界的距離定義共同邊界技術效率(Meta-frontier technical efficiency)是群組技術效率(Regional technical efficiency)和技術缺口比率(Technology gap ratio, TGR)的乘積。至此，技術的比

較才變得更明確、更符合直覺。其關係式表示如下：

$$TE_{it}^* = TE_{it} \times TGR_{it} \quad (2-28)$$

其中， TE_{it}^* 是以共同邊界來衡量的技術效率； TE_{it} 是以群組邊界來衡量的技術效率； TGR_{it} 則是技術缺口比率。三者之關係示意圖詳見圖 2-2。

O'Donnell *et al.*(2008)則同時使用參數法之隨機邊界法及非參數法之資料包絡分析法。他們運用 97 個國家農業生產資料，將之分成四個群體(歐洲、美洲、亞洲、非洲) 分別進行群組邊界和共同邊界的估計，並比較兩方法的差異。研究結果發現 SFA 方法估計出來的技術效率通常較 DEA 低，顯示 DEA 方法估計出的生產前緣較接近資料點。

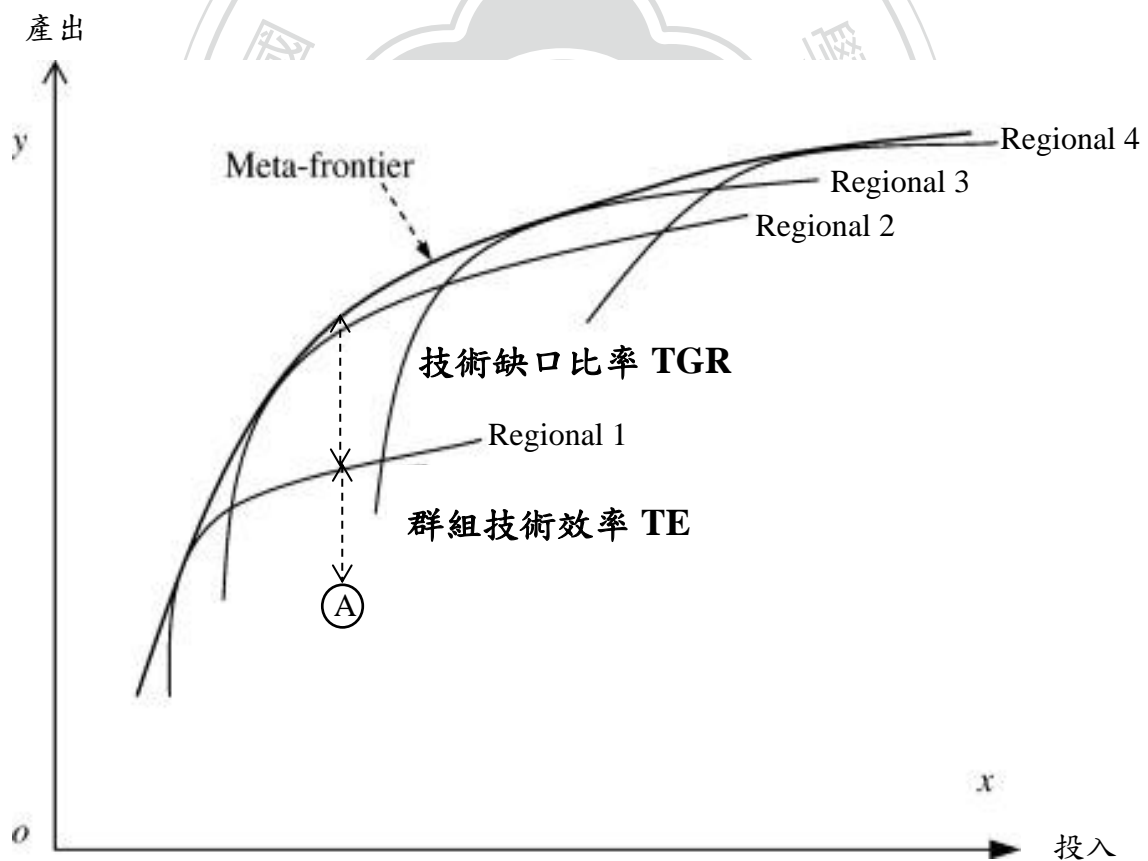


圖 2-2 TE、TE*、TGR 示意圖

以圖 2-2³為例，假設 Regional 1、Regional 2、Regional 3、Regional 4 分別表示四個區域以各自區域內廠商資料估計出來的「區域生產邊界」。共同邊界 (Meta-frontier) 則是這些「區域生產邊界」的包絡曲線。A 點則是第一區內某個廠商的生產組合點。A 點到第一區之生產邊界 (Regional 1) 的距離，就是群組技術效率 (TE)，其衡量的是 A 廠商能達到第一區潛在生產前緣的比率。而 Regional 1 和共同邊界之間的距離，則為技術缺口比率 (TGR)。TGR 衡量的是第一區的生產技術和整個產業生產技術之間的落差。因此，A 點和共同邊界的技術效率落差包含了兩個部分，一是 A 廠商和同區域內廠商之間的落差。這可能來自 A 廠商本身的無效率，因為在該區域所擁有的生產條件、技術之下，A 不能達到此區域應有的潛在生產量。其次，則是所在區域和整個產業之間的落差。這可能源自該區域本身的技術、生產環境、經濟發展等限制。因此，基於此一總和的概念，共同邊界技術效率 (TE*) 是群組技術效率 (TE) 與技術缺口比率 (TGR) 的乘積。

過去，以共同邊界為架構下的研究，橫跨歐洲、亞洲、非洲，產業別也相當豐富，如早期開創共同邊界架構之先驅，Hayami(1969) 比較 38 個國家的農業生產力。Sharma and Leung(2000) 及 Gunaratne and Leung(2001) 則用以比較南亞各國的水產養殖業，Battese(2004) 比較印尼五個地區的中大型成衣廠，R.Sala-Garridoa(2011) 則比較西班牙四種廢水處理技術的效率。Mohammed and Alorvor(2004) 則採用共同邊界的架構，比較迦納當地廠商和外來廠商的生產效率。Bos and Schmidt(2003) 則使用成本及利潤函數，並透過 Battese and Rao(2002) 的共同邊界架構，探討歐洲五千家銀行的效率。

國內亦有一些學者應用共同邊界的方法，以比較群組間的生產效率。如徐明宜(1997) 採用 Battese and Coelli(1995) 的隨機邊界模型，用縱橫資料估計 1992-1995 年台灣電子產業生產函數與廠商個別技術效率，並比較中小企業和

³以 Chen Zhuo(2008)圖 1,P289 進一步繪製。

大企業的技術效率。亦有學者將共同邊界生產函數的概念，擴充為共同成本函數。例如，黃台心、張寶光、邱郁芳 (2009)應用共同成本函數探討東亞六國銀行業自 1994-2004 年間的技術效率。他們以 1997 年為分界，確認金融風暴前後確實產生結構性轉變。他們的實證結果顯示，各國銀行業的效率值介於 86.53% 到 97.28%之間。台灣的平均效率最高、南韓則最低。



第三章 模型設定及樣本資料分析

第一節 模型設定

3.1.1 隨機邊界模型

隨機邊界模型中，對於技術無效率項的設定，主要有 Battese and Coelli(1992)及 Battese and Coelli(1995)兩種常見模型，其主要不同為後者除了估計廠商無效率值之外，更將技術無效率設定為環境變數的函數，同時探討影響無效率的可能因素。為能進一步探究造成技術無效率的因素，本研究沿用 Battese and Coelli(1995)之模型，採用最大概似估計法，以一階段的估計方式，在隨機生產邊界的模型內加入環境變數的考量，並考慮時間趨勢。隨機邊界模型表示如下：

$$\begin{aligned} Y_{it} &= F(T, L_{it}, K_{it}, M_{it}) + (V_{it} - U_{it}) \\ U_{it} &= \delta_0 + \delta_1 \text{stateown}_{it} + \delta_2 \text{openyear}_{it} + \delta_3 \text{chiforeign}_{it} + \\ &\delta_4 \text{foreign}_{it} + W_{it} \end{aligned} \quad (3-4)$$

下標 $t=1,2,3\dots,9$ 為時間項，分別代表 1998 年到 2006 年；

下標 $i=1,2,3\dots,45784$ 為廠商編號；

Y_{it} ：第 i 家廠商第 t 期的產出，單位為千人民幣；

T ：時間項。用以捕捉時間趨勢對於產出的影響；

L_{it} ：第 i 家廠商第 t 期的勞動投入人數；

K_{it} ：第 i 家廠商第 t 期的資本投入，單位為千人民幣；

M_{it} ：第 i 家廠商第 t 期的中間投入，單位為千人民幣；

$stateown_{it}$ ：第 i 家廠商第 t 期的政府持有虛擬變數。有政府持股者為 1，其他為 0；

$openyear_{it}$ ：第 i 家廠商第 t 期的開業年數；

$chiforeign_{it}$ ：第 i 家廠商第 t 期的台港澳資持股比例；

$foreign_{it}$ ：第 i 家廠商第 t 期的非台港澳資之外資的持股比例。

此外，設定隨機變數 W_{it} 服從截斷常態分配， $W_{it} \sim N^+(0, \sigma^2)$ ，而截斷點就是 $-Z_{it}\delta$ ，亦即 $W_{it} \geq -Z_{it}\delta$ 。 δ 是未知參數。 Z_{it} 則為環境變數，即本研究中之政府持股、開業年數、台港澳資持股比例、外資持股比例。非負的誤差項 U_{it} 代表廠商生產之無效率，服從截斷常態分配。此外，因平均值受到外生變數的影響，故設定 $U_{it} \sim N^+(Z_{it}\delta, \sigma_u^2)$ ， $U_{it} \geq 0$ 。 V_{it} 為隨機誤差項， $V_{it} \sim N(0, \sigma_v^2)$ 且 $\sigma_\varepsilon^2 = \sigma_u^2 + \sigma_v^2$ 。假設 $\gamma \equiv \frac{\sigma_u^2}{\sigma_\varepsilon^2}$ ， $0 \leq \gamma \leq 1$ ，表示無效率項之變異占總變異的比例。如果 $\gamma = 0$ 表示實際產出偏離生產前緣完全是由隨機誤差項造成的；而若 $\gamma = 1$ ，則表示所有的落差均來自生產無效率。因此第 i 家廠商、第 t 期之技術效率估計值為：

$$TE_{it} = e^{-u_{it}} = e^{-(\delta_0 + \delta_1 stateown_{it} + \delta_2 openyear_{it} + \delta_3 chiforeign_{it} + \delta_4 foreign_{it} + W_{it})} \quad (3-5)$$

3.1.2 模型檢定

面對不同的產業技術或不同的廠商，適合用以描述其生產函數的型式也會有所差異。為了降低採用隨機邊界法所帶來的「函數型式設定錯誤」風險，本研究針對目前最常見的兩種函數型式，即 Cobb-Douglas 及更一般化的 Translog (Transcendental Logarithmic) 進行檢定。

模型一：Cobb-Douglas 型式

$$\ln(Y_{it}) = \beta_0 + \beta_1 T + \beta_2 \ln(L_{it}) + \beta_3 \ln(K_{it}) + \beta_4 \ln(M_{it}) + (v_{it} - u_{it}) \quad (3-1)$$

模型二：Translog 型式

$$\begin{aligned} \ln(Y_{it}) = & \beta_0 + \beta_1 T + \beta_2 \ln(L_{it}) + \beta_3 \ln(K_{it}) + \beta_4 \ln(M_{it}) + \beta_5 (\ln L_{it})^2 + \\ & \beta_6 \ln(\ln K_{it})^2 + \beta_7 \ln(\ln M_{it})^2 + \beta_8 \ln(L_{it}) \ln(K_{it}) + \beta_9 \ln(L_{it}) \ln(M_{it}) + \\ & \beta_{10} \ln(K_{it}) \ln(M_{it}) + (v_{it} - u_{it}) \end{aligned} \quad (3-2)$$

以概似比檢定(Likelihood Ratio Test ; LR test)，分別對七個群組進行下列假設檢定：

$$\begin{cases} H_0: \beta_5 = \beta_6 = \beta_7 = \beta_8 = \beta_9 = \beta_{10} = 0 \\ H_1: \beta_5, \beta_6, \beta_7, \beta_8, \beta_9, \beta_{10} \text{ 至少有一個非 } 0 \end{cases} \quad (3-3)$$

檢定統計量 $\lambda = 2[L(H_0) - L(H_1)]$ 近似於卡方分配，而其中 $L(H_0)$ 是模型一之下所得的概似函數， $L(H_1)$ 是模型二之下的概似函數。若檢定統計量 λ 越大，則表示兩個概似函數之間的差距越大，表示加入六個變數交叉項後(如模型二)，概似值明顯增加，有助於模型的解釋，因此越傾向拒絕虛無假設。

由檢定結果顯示，七個區域的檢定統計量都明顯大於臨界值，證實 Translog 較適合作為本次生產函數假設型式。因此，本研究採用模型二作為生產函數。各區域詳細檢定結果如表 3-1 所示。其中，臨界值之自由度為虛無假設與對立假設之下，限制條件的差異數，故在此模型中為 6。

表 3-1 生產函數檢定結果

地區	檢定統計量	$\chi_{0.95}^2(6)$	結果
西北	80.2937	12.592	拒絕虛無假設
西南	27.9302	12.592	拒絕虛無假設
東北	345.3442	12.592	拒絕虛無假設
華北	62.3048	12.592	拒絕虛無假設
華中	494.7100	12.592	拒絕虛無假設
華南	2080.0286	12.592	拒絕虛無假設
華東	638.9726	12.592	拒絕虛無假設

資料來源：本研究整理

3.1.3 共同生產邊界模型

本研究沿用 Battese and Rao(2004)之共同生產邊界模型，定義共同邊界是一確定性邊界，並為各群組的包絡曲線。其模型設定如下：

$$Y_{it(j)} = f(x_{it(j)}, \beta_{(j)})e^{v_{it(j)} - u_{it(j)}},$$

$$i = 1, 2, 3 \dots N_j, t = 1, 2, 3 \dots 9, j = 1, 2, 3 \dots 7 \quad (3-6)$$

其中 $Y_{it(j)}$ 表示j地區內第i家公司在第t期時的產出； $x_{it(j)}$ 則表示j地區之第i家公司在第t期時的投入； $\beta_{(j)}$ 則表示j地區的生產邊界參數估計值。至於而 $v_{it(j)}$ 和 $u_{it(j)}$ 的設定，則參考 Battese and Coelli(1995)的設定， $v_{it(j)}$ 服從常態分配，而 $u_{it(j)}$ 服從截斷常態分配。

因此，共同生產邊界可表示為：

$$Y_{it}^* \equiv f(x_{it}, \beta^*) = e^{x_{it}\beta^*}$$

$$i = 1, 2, 3 \dots N = \sum_{j=1}^7 N_j; t = 1, 2, 3 \dots 9 \quad (3-7)$$

Y_{it}^* 表示整個產業內所有廠商的潛在最大產出； β^* 為七大地區共同生產邊界的參數估計值。且因為共同邊界為群組邊界的上界，(3-8)式必需成立。

$$x_{it}\beta^* \geq x_{it}\beta_{(j)} \quad (3-8)$$

各自估計出群組邊界的參數後， Battese, *et al.*(2004)建議採用極小化絕對距離和與極小化距離平方和兩種方法，以求出最佳的包絡曲線，作為各群組的共同邊界。此兩種方法分別說明如下。

1. 極小化絕對距離和(Minimum sum of absolute deviations)

此方法透過簡單的極小化群組邊界和共同邊界距離的概念，以求出能夠包絡所有群組邊界的共同邊界。

$$\begin{aligned} \min L &\equiv \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^N |(\ln f(x_{it}, \beta^*) - \ln f(x_{it}, \hat{\beta}_{(j)}))| \\ \text{s. t. } &\ln f(x_{it}, \beta^*) \geq \ln f(x_{it}, \hat{\beta}_{(j)}) \end{aligned}$$

然而，若生產函數為對數線性型式，則可簡化如下：

$$\begin{aligned} \min L &\equiv \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (x_{it}\beta^* - x_{it}\hat{\beta}_{(j)}) \\ \text{s. t. } &x_{it}\beta^* \geq x_{it}\hat{\beta}_{(j)} \end{aligned}$$

2. 極小化距離平方和(Minimum sum of squares of deviations)

$$\begin{aligned} \min L^{**} &\equiv \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^N (x_{it}\beta^* - x_{it}\hat{\beta}_{(j)})^2 \\ \text{s. t. } &x_{it}\beta^* \geq x_{it}\hat{\beta}_{(j)} \end{aligned}$$

極小化距離平方和的概念與前者類似，僅是透過平方的方式確保距離為正數。由於無效率值平方後增大，效率與無效率廠商之間的差距也會因此擴大。

由於以上兩種估計方法皆透過數理規劃方法「計算」求解，而非「估計」，因此僅能獲得共同邊界的係數值，無法獲知標準誤。因而，Battese, *et al.*(2004)建議可採用模擬法(Simulation)或拔靴法(Bootstrapping)求參數估計式的標準誤。由於模擬法和拔靴法的估計結果相差不大，本研究選用拔靴法來進行標準誤的估計。

拔靴法指利用有限的樣本資料經多次重複抽樣，重新建立可以代表母體樣本分配之新樣本。而拔靴法在本研究的應用，即是以抽出放回的方式，一次次在現有樣本內重複抽取，並透過新樣本來估計標準誤，以解決數理規畫法無法取得標準誤的缺失。

3.1.4 實證步驟

綜合前述分析，本研究的實證步驟如下：

1. 採用最大概似估計法，分別估計每個群組的生產邊界。此部分利用 Coelli(1996)的 Frontier 4.1 軟體進行估計。透過群組的生產邊界，亦可同時得知各廠商與所在群組邊界的比率，以求得各廠商的技術效率估計值。
2. 以數理規劃方式，找出包絡群組邊界的共同邊界。此部分有兩種方法可採用：(I) 極小化絕對距離和 (II) 極小化距離平方和。本研究採用 GAUSS 軟體分別以兩種方法進行計算，並採用拔靴法進行標準誤估計。
3. 透過 $TE_{it}^* = TE_{it} \times TGR_{it}$ 關係式，計算各廠商的技術缺口比率 TGR_{it} ，藉此獲知廠商和整個產業潛力的差距。

第二節 資料來源及變數說明

3.2.1 資料來源

本研究採用中國國家統計局 1998-2006 年之《工業企業數據庫》。該資料庫包含所有國有企業以及年度銷售額在 500 萬元人民幣以上之非國有企業生產資料。按本研究之研究目的，採用其中「通信設備、電腦及其他電子設備製造業」廠商資料，組成涵蓋 17,700 間廠商、橫跨九年的非平衡縱橫資料，共 45,784 筆。

按中華人民共和國國家統計局行業分類標準⁴，「通信設備、電腦及其他電子設備製造業」囊括以下類別：通信設備製造、雷達及配套設備製造、廣播電視設備製造、電子電腦製造、電子器件製造、電子元件製造、家用視聽設備製造、及其他電子設備製造，詳見表 3-2。

本研究參考林祖嘉、陳湘菱(2009)的分類方式，將中國按照地理區位與發展程度分成西北、西南、東北、華北、華中、華南、華東七大地區。西北地區涵蓋陝西、甘肅、青海等省分；西南地區則涵蓋重慶、四川、貴州、雲南省；東北地區則為黑龍江、吉林、遼寧三省；華北地區主要為環渤海工業基地，涵蓋北京、天津、河北、山東、及山西省等；華中地區則涵蓋安徽、江西、湖北、湖南、河南省；華南地區主要涵蓋珠江三角洲地區，如福建、廣東省，並加入廣西壯族自治區及海南省；華東地區則為長江三角洲地區，主要涵蓋省分為上海、江蘇及浙江省。各地區所涵蓋之行政區詳見表 3-3。

⁴ 因資料庫之編列係按照中華人民共和國國家統計局行業分類標準 2003 之版本，故此處列出 2003 年之版本。

表 3-2 「通信設備、電腦及其他電子設備製造業」行業分類

國民經濟行業分類	
分類代碼	說明
40	通信設備、電腦及其他電子設備製造業
401	通信設備製造
4011	通信傳輸設備製造
4012	通信交換設備製造
4013	通信終端設備製造
4014	移動通信及終端設備製造
4019	其他通信設備製造
4020	雷達及配套設備製造
403	廣播電視設備製造
4031	廣播電視節目製作及發射設備製造
4032	廣播電視接收設備及器材製造
4039	應用電視設備及其他廣播電視設備製造
404	電子電腦製造
4041	電子電腦整機製造
4042	電腦網路設備製造
4043	電子電腦外部設備製造
405	電子器件製造
4051	電子真空器件製造
4052	半導體分立器件製造
4053	積體電路製造
4059	光電子器件及其他電子器件製造
406	電子元件製造
4061	電子元件及元件製造
4062	印製電路板製造
407	家用視聽設備製造
4071	家用影視設備製造
4072	家用音響設備製造
4090	其他電子設備製造

資料來源：工業企業數據庫—資料附錄

表 3-3 中國七大地區涵蓋行政區

地區	涵蓋行政區
西北	陝西省、甘肅省、青海省、寧夏回族自治區、新疆維吾爾族自治區
西南	重慶市、四川省、貴州省、雲南省
東北	遼寧省、吉林省、黑龍江省
華北	北京市、天津市、河北省、內蒙古自治區、山東省、山西省
華中	安徽省、江西省、湖北省、湖南省、河南省
華南	福建省、廣東省、廣西壯族自治區、海南省
華東	上海市、江蘇省、浙江省

資料來源：林祖嘉、陳湘菱(2009)

3.2.2 生產函數變數說明

本研究假設生產函數包含一項產出與三項投入(勞動、資本、其他中間投入)。為確保資料貼近事實，判定資料內產出、勞動、資本、中間投入小於或等於零者為統計錯誤，予以剔除。

生產函數各變數之意義與敘述統計分別說明如下：

(1) 產出(Y_{it})

表示各廠商之當年產出金額，單位為千人民幣。為避免通貨膨脹影響數據真實性，本研究按中國國家統計局公布之各年生產者物價指數做調整。該數據原以前一年作為基礎期，本研究則統一取 1998 年作為基期，調整各廠商之產出值。此外，為方便使用及運算，取 $y_{it} = \ln(Y_{it})$ 。將按照 1998 年調整後的生產者物價繪製如圖 3-1。1998 年到 2003 年期間，生產者物價指數消長幅度不大，但自 2003 年以後，便呈現逐年上漲的趨勢，直到 2006 年，已達 1998 年之 1.15 倍。

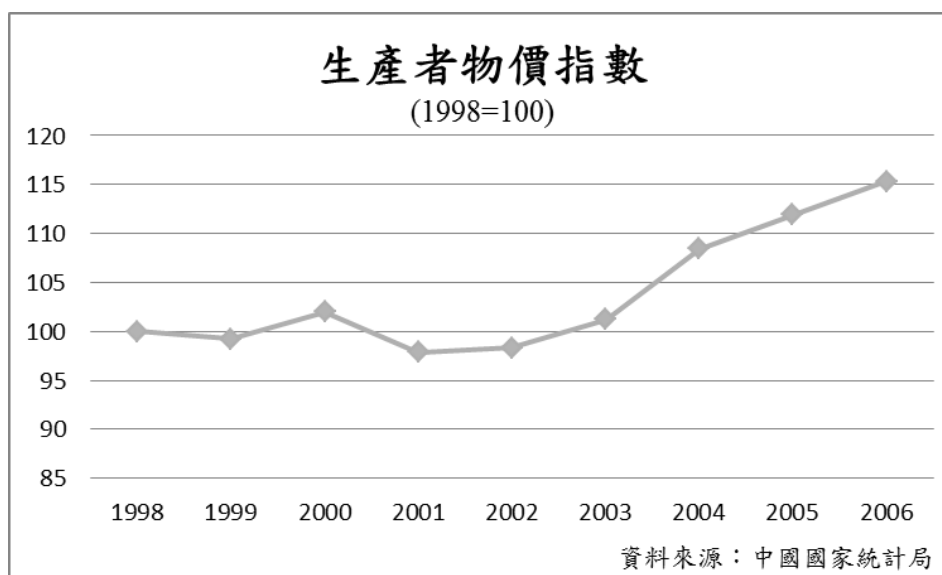


圖 3-1 生產者物價指數

(2) 勞動(L_{it})

表示各廠商每年總員工數，包含全職員工、技術員等，並取 $l_{it} = \ln(L_{it})$ 。樣本之中，以西南地區的平均勞動人數為最高，其次依序為西北地區、華北區、華中地區、東北地區、華南地區、華東地區。區域內廠商最高勞動人數也以西南地區最多，其最高勞動人數達十三萬餘人，顯示該地區企業規模可能偏大。而平均資本勞動比方面，東北地區與華南地區分別為 100.69 與 98.81，遠高於其他地區。西南地區則因勞動人數偏多，使平均資本勞動比為最低，僅 63.42。其他地區依序為華北地區 80.50、華中地區 74.59、西北地區 68.38、華東地區 65.97、西南地區 63.42。請參考表 3-4。

(3) 資本(K_{it})

本研究參考 Su and He(2011)⁵與 Chen and Yang (2007)，取固定資產淨額(Net fixed asset)作為廠商每年資本的投入值。此處淨固定資產價值為固定資產原價減去當年累計折舊值計算而得，單位為千人民幣。此外，參考李小平和朱鐘棣(2005)之作法，以每年中國國家統計局公布的固定

⁵ 使用落後一期的固定資產淨額作為資本投入，本研究因顧及資料產生遺漏，遂改採用同年度之固定資產淨額作為資本投入額。

資產投資價格指數作物價調整。該數據原以前一年作為基礎期，本研究將數據統一以 1998 年作物價平減，最後取自然對數 $k_{it} = \ln(K_{it})$ 。

以 1998 年物價做調整後的固定資產投資價格自 1988 年到 2002 年間幾乎沒有浮動，直到 2004 年明顯升高至 1.06 倍，2005-2006 年則降為 1988 年之 1.02 倍，整體而言，在樣本期間的浮動不大，請參考圖 3-2。

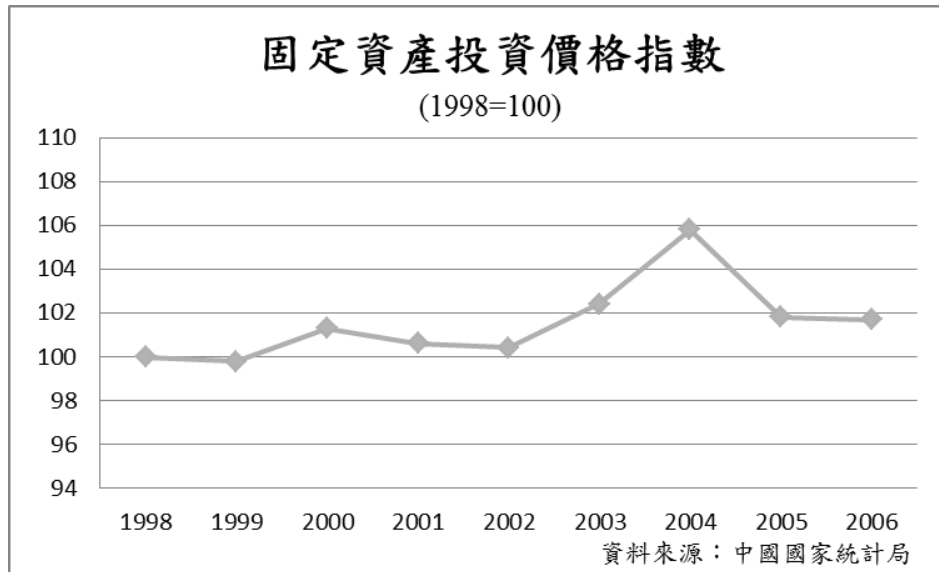


圖 3-2 固定資產投資價格指數

樣本之中，平均資本額約為 3,000 萬人民幣上下，只有華東地區平均資本額偏低，僅約 1,400 萬人民幣。華東地區內資本額最高的廠商也只有 17 億，相較於西南地區廠商最高資本額達 73 億人民幣、東北地區達 50 億人民幣，有非常大的落差。加上華東地區平均勞動人數亦為七區內最少，推測華東地區的廠商規模普遍較小。

(4) 其他中間投入(M_{it})

參考 Su and He(2011)的做法，於生產函數內加入中間投入，用以捕捉廠商在生產過程中除了勞動、資本之外，如原物料、電力、及其他可能之投入。同上所述，為避免通貨膨脹影響數據真實性，按中國國家統計局公布之各年生產者物價指數做調整，請參考圖 3-1。

樣本之中，平均中間投入最高的區域，亦是本研究推論其廠商規模較大的地區。以西南地區為最高、東北地區居次，分別達 1.97 億與 1.53 億，其次依序為華中、華南、西北、華北、華東地區。

表 3-4 生產函數投入要素之敘述統計

單位：人/ 千人民幣	西北	西南	東北	華北	華中	華南	華東
平均 勞動人數	438	520	367	376	373	323	224
最高 勞動人數	32,368	131,864	40,000	18,363	13,703	10,630	14,663
平均 資本額	29,959	32,992	36,941	30,285	27,793	31,958	14,804
最高 資本額	3,328,746	7,303,927	5,031,776	1,626,745	3,821,010	3,481,283	1,752,424
平均 中間投入	74,368	197,689	153,560	61,315	111,427	95,276	59,405
平均資本 勞動比	68.38	63.42	100.69	80.50	74.59	98.81	65.97

資料來源：本研究整理

3.2.3 無效率模型變數說明

除了生產邊界的估計之外，為能進一步了解造成技術無效率的可能因素，本研究同時估計了技術無效率模型。技術無效率的解釋變數分別說明如下：

1. 政府持股(*stateown*)

代表政府持股的虛擬變數。原政府持股的資料分為五類：政府完全持股、政府部分持股、集團完全持股、集團部分持股、其他。由於本研究欲探討目的為政府持股影響效率的表現，因此，將該筆資料轉換為虛擬變數，設定政府完全持股及部分持股為 1，其他為 0。

樣本內之政府持股比例中，如表 3-5 所示，以華北地區相對最高，佔該地區 30% 以上；西北地區其次，約 24%；華東地區則最低，僅佔該區域 5.8%。另外，由樣本之中，分別統計各區域內政府完全持股的比重。統計結果以華北、華中、西北地區為最高，分別達 29.3%、20.6%、20.2%。其次依序為華南、西南、東北、華東地區。

根據 Boycko et al.(1996)的看法，對於國有企業的管理者而言，營運目標可能是為了達成政治、經濟上的某些目的，而非一般廠商以利潤極大化做為目標。此外，Megginson (2005)也認為，國有企業的管理者，並沒有誘因提高生產效率。因為管理者無法藉此讓獲利增加，甚至還得賠上員工及供應商的不滿。此外，本研究認為，在中國的社會主義體制之下，國有企業可能因考量全民的平均利益，而在員工雇用與工資的發放上，存在補貼目的。因此，國有企業內可能存在員工生產力較低、甚至冗員的情況。綜合以上論點，本研究認為政府的持股對於廠商技術效率之提升應為負面的影響。

表 3-5 七大地區政府持股比例之敘述統計

(%)	西北	西南	東北	華北	華中	華南	華東
區域內政府持股比重	24.4%	6.9%	6.4%	30.3%	23.0%	19.4%	5.8%
政府完全持股	20.2%	5.2%	5.1%	29.3%	20.6%	18.1%	4.7%

資料來源：本研究整理

2. 開業年數(openyear)

此處開業年數統一以 2012 減去廠商登記開業年做計算。樣本中七個區域之平均開業年數為 23.5 年，西南地區平均開業年數最低，僅 17.6 年，華北地區平均開業年數最久，達 28.6 年。另外，本研究分別以 50 年及 10

年作為分界點，統計各區域內開業年數超過 50 年及低於 10 年的廠商比例。由統計結果發現，西南地區開業年數超過 50 年的廠商僅佔 1.84%，為七區域內最低；而開業年數低於 10 年的比例則高達 16.7%，為七區域內最高，顯示西南地區是屬於後期才發展的地區。而華北地區區域內開業年數高於 50 年的比例則高達 11.6%，顯示該區域是較早開始發展的區域。東北地區廠商開業年數則集中於 10 年到 50 年之間，佔 92.5%。此外，由開業年數低於 10 年的統計，可發現其中比例較高者，如西北地區、西南地區、華中地區，均是屬於中國政府後期為鼓勵區域平衡發展而積極推動經濟發展的區域。詳如表 3-6 所示。

隨著開業年數越長，廠商可透過生產經驗的累積，逐漸降低生產過程中的平均投入成本，即文獻上所稱的學習效果(Learning-by-doing)。文獻上也有諸多理論與實證研究對此進行探討，大多數文獻並將廠商的累積產量視為廠商平均成本的函數，藉以表達生產經驗的重要性。因此，本研究認為，隨著廠商開業年數越長，應能對廠商的技術效率有正面的改善。

表 3-6 七大地區開業年數之敘述統計

(年)	西北	西南	東北	華北	華中	華南	華東
平均開業年數	26.0	17.6	19.9	28.6	26.0	25.2	21.5
開業年數≥50	8.0%	1.84%	4.4%	11.6%	8.0%	9.6%	2.3%
開業年數≤10	13.0%	16.7%	3.1%	7.4%	12.5%	8.0%	10.5%

資料來源：本研究整理

3. 台港澳資持股比例(*chiforeign*)、外資持股比例(*foreign*)

此處分別為台港澳資持股比例、及非台港澳資之外資持股比例。從原始數據分別統計七個區域內台港澳資、非台港澳外資(以下簡稱外資)在該

區的持股比重與其平均持股比例，以了解各區域持股的情況。由台港澳資之統計結果發現，西南地區的平均持股比重最高，高達 85%，且台港澳資在該區投資的比例也高達 37%，顯示台港澳資在西南地區有較多大型投資。相較而言，台港澳資在西北部地區的投資不僅較少，僅佔該區域約 5%，且平均持股比例亦僅有 39%，顯示台港澳資在西北地區的投資較少、亦屬較小型的投資。詳見表 3-7。

外資方面，以西南、東北地區的平均持股比例最高，分別達 88% 及 81%，顯示該區域可能有許多外資的全資子公司。而高達 18% 與 21% 的外資投資比重，更說明了外資在該地區扮演重要的角色。最後，由台港澳資、外資的比較可發現，平均而言，外資的持股比例較台港澳資高，而區域內台港澳資、外資投資比重則因地而異，除了西南地區台港澳資的比例特別高，其他地區差異不大。

外人投資被多數國家視為經濟成長的快速管道之一。因為外人投資帶來當地就業機會、財政收入、進出口貿易額，及人才、資金的直接流入，還有最重要的技術外溢效果。中國大陸自改革開放以後，亦不斷借助外資的力量獲得成長。1992 年到 1997 年間，外商實際直接投資中國 1,968 億美元，為此前 13 年實際投資總額的 7.3 倍。至 2008 年為止，累計外商直接投資更已高達 8,526 億美元，使中國成為全球吸引外人投資量第二大的國家。在龐大的外資資金挹注及先進國家的成熟經驗下，本研究推測外人投資將能有效為中國帶來正面的技術提升效果與技術效率提升。

表 3-7 台港澳資、外資持股比例統計彙整

		西北	西南	東北	華北	華中	華南	華東
台港澳資	佔該區比重*	4.97%	37.36%	16.52%	5.16%	15.96%	15.94%	10.65%
	平均持股**	39.26%	85.49%	72.22%	49.37%	78.60%	79.28%	55.80%
非台港澳外資	佔該區比重	5.90%	18.17%	20.74%	15.82%	11.75%	11.38%	10.81%
	平均持股	58.08%	88.13%	81.46%	71.63%	80.17%	64.69%	57.52%
*該區域之樣本內，有台港澳投資的樣本佔該區域總樣本比例								
**有台港澳資持股者，其平均持股比例								

資料來源：本研究整理



第四章 實證結果

第一節 模型檢定

為了確保模型設定適切，本研究先進行模型檢定，以盡量排除可能的錯誤，讓研究結果更值得信任。以下針對群組間生產技術的異同、技術無效率是否顯著存在進行檢定，以確認使用共同邊界架構來估計技術無效率的方式是否合適。

4.1.1 群組生產技術異同

共同邊界的優點，是允許各地區擁有不同的生產技術/函數。因此，若欲正確使用該項優勢，必須先確認各個區域是否真的使用不同的生產技術。否則，則無需使用共同邊界的架構。

為檢定群組生產技術差異性，此階段比較「各區域分別估計」與「全部資料共同估計」之概似函數，採用概似比檢定以檢視兩者的估計結果是否顯著不同。此處生產模型係採用經由 3.1.2 小節檢定後較為合適的 Translog 函數型式(模型二)作為生產函數。虛無假設定如下：

$$\begin{cases} H_0: \text{各群組生產技術相同，可共同估計} \\ H_1: \text{各群組生產技術不一，應分別估計} \end{cases} \quad (4-1)$$

概似比檢定之檢定統計量 $\lambda=2[L(H_0)-L(H_1)]$ 用以衡量 $L(H_0)$ 和 $L(H_1)$ 之間的差距，其中 $L(H_0)$ 採用 Pooling data 以最大概似法估計後所得之概似函數，而 $L(H_1)$ 則採用各地區之概似函數總和。故當檢定統計值越大，表示兩種估計結果差異越大，則應拒絕虛無假設。

虛無假設下，表示綜合所有資料所得之估計值與個別估計之結果差異不大，表示本研究不需以共同函數進行估計；對立假設之下，則表示兩者間存在顯著差異。

檢定結果如表 4-1 所示。檢定統計量 λ 值高達 19192，顯著高於臨界值。證實各地區之生產技術顯著不同。因此採用共同生產邊界的估計方式，允許各地生產邊界存在相異是較為適切的作法。

表 4-1 群組生產技術檢定結果

	概似函數	結果
$L(H_0)$	-4107.4308	-
$L(H_1)$	-9583.4068	-
檢定統計量	19191.9976	拒絕虛無假設

資料來源：本研究整理

4.1.2 技術無效率存在

本研究之研究目的是檢視各區域的生產技術效率，因此，在進行估計以前，應先進行假設檢定，以確認廠商的技術無效率是否顯著存在，否則即失去研究意義。虛無假設定如下：

$$\begin{cases} H_0: \gamma = \delta_0 = \delta_1 = \delta_2 = \delta_3 = \delta_4 = 0 \\ H_1: \gamma, \delta_0, \delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4 \text{不全為 } 0 \end{cases} \quad (4-2)$$

虛無假設下， $\gamma = \frac{\sigma_u^2}{\sigma_\varepsilon^2} = 0$ ，且無效率模型之係數亦全為零。此表示樣本內廠商不具有生產無效率、所有實際產出和生產前緣的落差均來自統計隨機誤差，而非生產無效率。因此，本研究採用概似比檢定，以衡量虛無假設下之技術無效率模型與原模型的差距。

檢定結果如表 4-2 所示。各區域檢定統計量均顯著高於臨界值 $\chi^2_{0.05}(6) = 12.59$ ，表示原本的技術無效率模型與虛無假設之下的模型，其間的概似函數差距很大。顯示技術無效率在七個區域都顯著存在，且技術無效率模型之參數顯著並非全部為 0。

表 4-2 群組生產無效率檢定結果

地區	LR 檢定統計量	結果
西北	1027.4877	拒絕虛無假設
西南	280.0876	拒絕虛無假設
東北	531.8930	拒絕虛無假設
華北	1571.1415	拒絕虛無假設
華中	68.5134	拒絕虛無假設
華南	25.8673	拒絕虛無假設
華東	7930.7084	拒絕虛無假設

資料來源：本研究整理

第二節 群組生產邊界與技術無效率模型估計結果

隨機生產邊界之估計結果，七大地區、共七十七個係數估計值中，僅六項未達 10% 統計水準，詳見表 4-3。其中，時間項在各地區均獲得 1% 顯著結果，顯示各地區生產技術都隨時間推移而有所進步。

由於 Translog 函數型式無法直接對係數值給予直接地解釋，按 Ferguson(1979)的證明，透過一階微分計算各要素之邊際產出，可得各要素對於產出之彈性。在本模型內，勞動、資本、中間投入彈性可分別表示如下：

$$\text{勞動彈性} = \frac{\partial \ln Y}{\partial \ln L} = \beta_2 + 2\beta_5 \ln L + \beta_8 \ln K + \beta_9 \ln M \quad (4-3)$$

$$\text{資本彈性} = \frac{\partial \ln Y}{\partial \ln K} = \beta_3 + 2\beta_6 \ln K + \beta_8 \ln L + \beta_{10} \ln M \quad (4-4)$$

$$\text{中間投入彈性} = \frac{\partial \ln Y}{\partial \ln M} = \beta_4 + 2\beta_7 \ln M + \beta_9 \ln L + \beta_{10} \ln K \quad (4-5)$$

其中勞動、資本、中間投入以各地區之平均值分別做計算。

由估計結果顯示，中間投入在各區域的彈性相對最大。此表示在電子製造業的生產過程中，相較於勞動及資本，中間投入對於產量的影響最大。將三項投入之係數加總後，可得各地區之規模報酬值(Return to Scale)，計算結果詳見表 4-4。七個區域之規模報酬值均落在一左右。由最低的西北地區 0.9697 到最高的華東地區(四捨五入後)達 1，表示七個區域之電子零組件製造業生產型態均接近固定規模報酬。

表 4-3 群組生產邊界估計結果

		西北	西南	東北	華北	華中	華南	華東
<i>constant</i>	β_0	0.5727***	0.2991***	0.3107***	0.4958***	1.6062***	0.3908***	0.3904***
standard-error		0.1337	0.0366	0.0321	0.05	0.1909	0.3908	0.0271
<i>T</i>	β_1	0.0362***	0.0147***	0.0103***	0.0174***	0.0513***	0.0176***	0.0081***
standard-error		0.0042	0.0011	0.0009	0.00	0.0041	0.0176	0.0007
$\ln(L_{it})$	β_2	0.3503***	0.1396***	0.0223*	0.0528***	0.4908***	0.0967***	0.0101
standard-error		0.0552	0.0149	0.0136	0.02	0.0520	0.0967	0.0117
$\ln(K_{it})$	β_3	0.1241***	-0.0276***	0.0056	0.0080	0.4279***	-0.0082	0.0167***
standard-error		0.0395	0.0071	0.0070	0.01	0.0296	-0.0082	0.0075
$\ln(M_{it})$	β_4	0.4854***	0.8592***	0.9732***	0.9229***	0.1917***	0.9032***	0.9302***
standard-error		0.0402	0.0078	0.0084	0.01	0.0302	0.9032	0.0086
$(\ln L_{it})^2$	β_5	0.0081***	0.0328***	0.0057***	-0.0017	0.0196***	0.0104***	0.0161***
standard-error		0.0082	0.0019	0.0022	0.00	0.0040	0.0104	0.0018
$(\ln K_{it})^2$	β_6	0.0061*	0.0014**	0.0049***	-0.0028*	0.0171***	0.0006	0.0038***

standard-error		0.0042	0.0008	0.0010	0.00	0.0021	0.0006	0.0008
$(\ln M_{it})^2$	β_7	0.0797***	0.0534***	0.0062***	0.0055***	0.0902***	0.0328***	0.0047***
standard-error		0.0026	0.0008	0.0010	0.00	0.0020	0.0328	0.0013
$\ln(L_{it}) \ln(K_{it})$	β_8	-0.0137*	0.0258***	0.0058***	0.0003	0.0362***	0.0215***	-0.0107***
standard-error		0.0092	0.0019	0.0022	0.00	0.0054	0.0215	0.0017
$\ln(L_{it}) \ln(M_{it})$	β_9	-0.0636***	-0.0928***	-0.0125***	-0.0054*	-0.0911***	-0.0472***	-0.0153***
standard-error		0.0097	0.0021	0.0025	0.00	0.0062	-0.0472	0.0026
$\ln(K_{it}) \ln(M_{it})$	β_{10}	-0.0166***	-0.0167***	-0.0091***	0.0036	-0.0831***	-0.0175***	0.0064***
standard-error		0.0064	0.0015	0.0017	0.00	0.0036	-0.0175	0.0018

資料來源：本研究整理

***表示達 1% 顯著水準、**表示達 5% 顯著水準、*表示達 10% 顯著水準

表 4-4 投入要素之係數估計值與規模報酬值

彈性	西北	西南	東北	華北	華中	華南	華東
<i>L</i>	0.0630	0.0724	0.0044	0.0138	0.1341	0.0465	0.0490
<i>K</i>	0.0212	0.0281	0.0077	0.0044	0.1147	0.0130	0.0245
<i>M</i>	0.8855	0.8949	0.9700	0.9606	0.7384	0.9334	0.9264
<i>Return to Scale</i>	0.9697	0.9954	0.9822	0.9787	0.9873	0.9929	1.0000

資料來源：本研究整理

由無效率模型估計結果，可發現影響各地區生產無效率的因素不盡相同，以下分別就各變數之估計結果進行探討。

1. 政府持股

估計結果顯示，各地區均得顯著的正號結果。此表示政府持股與否和技術效率呈現負相關。而估計結果中，又以東北地區的係數值最小，華中地區係數值最高。顯示政府持股對於華中地區廠商技術無效率的影響力尤大。過去，關於政府持股與技術無效率的相關實證研究也得到類似結果。例如，Su *et al.* (2011)採用 766 間中國上市公司，網羅 1999-2006 年之資料進行所有權和技術效率的研究，實證結果發現，政府持股對於廠商技術效率造成負面影響。Berger *et al.* (2009)採用中國銀行業進行研究，並發現政府持股的銀行，相對於其他類別，效率表現亦較差。

2. 開業年數

開業年數對於西北、華東地區不具統計顯著的影響。而對其他地區之影響效果亦不一致。這與過去文獻呈多種看法不謀而合。如 Hill *et al.* (1993)認為開業年數與效率之間存在負向關係；Biggs *et al.* (1996)認為存在正向關係，Lundvall *et al.* (2000)則認為無關。過去文獻認為正向關係主要是來

自學習效果；而負向關係則是因開業較久的廠商其採用的生產技術相較於新廠商的先進技術往往較落後，因而帶來生產上的無效率。

由估計結果顯示，西南地區之開業年數和生產效率呈正向關係。由於西南地區為七大區中平均開業年數最短者(請參考表 3-5)，本研究推論在開業初期，學習效果帶來的效益較為明顯。但隨著開業年數拉長，學習效果所帶來的效益卻可能逐漸遞減，之後甚至可能因為開業年數長、生產設備老舊、技術停滯等原因而帶來反效果。如本研究估計結果中，華北、華中、華南、東北地區之開業年數均和技術無效率呈現正向關係。

3. 台港澳資持股

部分地區獲得顯著正號結果，顯示台港澳資之持股與否和技術效率呈現負相關。根據林祖嘉、郭芳倩(2011)及林祖嘉、陳湘菱(2009)的研究，認為外資企業、台港澳資企業、本資企業之經營效率明顯各受不同因素影響，如經濟區位、資本勞動比、城市化率等。然而，整體而言，外資企業、台港澳資企業效率高於本資企業。陳永生(2001)則以文化的角度探討華裔企業與非華裔企業在中國大陸的投資績效表現。他發現華裔企業的投資績效優於非華裔企業，並認為是文化背景相近而影響效率。因本研究僅著重電子製造產業的探討，因此，本研究推測台港澳資在電子製造產業領域，對於技術效率的提升不僅沒有正面貢獻，反而帶來負面效果。而在西北、華北、華中地區，其對生產效率的影響則不明顯。

4. 外資持股

外資持股對技術效率的影響在各地區的結果也不一致。外資持股呈顯著正面影響技術效率的西南與東北地區，為外資平均持股比例最高的地區，平均高達 88.13%和 81.46%。因此，本研究推測這可能是因投資規模較大所帶來的規模經濟效益。也可能因當地有較多外資的全資子公司，而帶動

生產效率。這與過去研究結果認為外資的運作較具生產效率具有一致的結果。此外，西南及東北地區，也是外資投資比例最高的地區，該地區約有兩成企業都涉及外人投資。集中在該區域的結果，也可能為外資帶來正面的群聚效應。

另一方面，在華中、華南與華東地區，外資持股比例反而與技術效率呈現負向關係，除了持股比例偏低，可能使得生產效率的提升較不明顯外，也可能如陳永生(2001)所提到的文化問題，外資企業在中國進行投資時，其文化背景的差異，可能使得技術效率的提升受到限制。此外，外資與當地廠商技術落差過大，也可能是技術效率無法有效提升的原因。

整體而言，各地影響無效率的因素不盡相同，本研究將無效率模型估計所得之結果整理如表 4-6。然而，從估計結果發現，政府持股對於各地區技術效率均扮演甚為重要的角色，幾乎是所有地區動搖生產(無)效率的最大推手。

表 4-5 無效率模型估計結果

		西北	西南	東北	華北	華中	華南	華東
<i>constant</i>	δ_0	-16.8946	-1.6650***	-1.6850***	-13.5271***	-26.4152***	-7.4902***	-3.8918***
standard-error		0.2084	0.0279	0.0370	0.8332	0.1131	0.8540	0.11
<i>stateown</i>	δ_1	8.0695***	1.1586***	0.4730***	4.0278***	16.2218***	3.6509***	2.0137***
standard-error		0.1196	0.0066	0.0200	0.2559	0.0958	0.4163	0.06
<i>openyear</i>	δ_2	0.0000	-0.0007***	0.0010***	0.0059***	0.0071***	0.0019***	0.0000
standard-error		0.0001	0.0000	0.0001	0.0003	0.0006	0.0003	0.00
<i>chi - foreign</i>	δ_3	0.0024	0.2807***	0.2938***	0.7248*	0.0016	1.8415***	1.0954***
standard-error		0.1438	0.0272	0.0417	0.4945	0.0414	0.3273	0.05
<i>foreign</i>	δ_4	7.1868***	-0.9987***	-1.7676***	0.4218	0.2659***	4.1209***	1.0369***
standard-error		0.2334	0.0460	0.0819	0.4456	0.0713	0.5349	0.05

資料來源：本研究整理

***表示達 1%顯著水準、**表示達 5%顯著水準、*表示達 10%顯著水準

表 4-6 各地區影響無效率之因素彙整

地區	影響因素及對技術無效率的影響
西北地區	政府持股(+)、外資持股(+)
西南地區	政府持股(+)、開業年數(-)、台港澳資持股(+)、 外資持股(-)
東北地區	政府持股(+)、開業年數(+)、台港澳資持股(+)、 外資持股(-)
華北地區	政府持股(+)、開業年數(+)
華中地區	政府持股(+)、開業年數(+)、外資持股(+)
華南地區	政府持股(+)、開業年數(+)、台港澳資持股(+)、 外資持股(+)
華東地區	政府持股(+)、台港澳資持股(+)

資料來源：本研究整理

第三節 共同生產邊界估計結果

本研究以 GAUSS 軟體分別採用線性(Linear programming, LP)及非線性(Quadratic programming, QP)規劃方法進行共同生產邊界的計算。此外，本研究透過拔靴法(Bootstrapping)以抽出放回的方式，重覆抽取樣本 10,000 次，並按此 10,000 次的係數估計結果進行標準誤的估算。從估計結果發現線性與非線性規畫法獲得的係數估計結果差異不大，除了截距項之外，其餘係數之正負號均獲得一致的結果。詳見表 4-7。

表 4-7 共同生產邊界估計結果

共同邊界估計結果				
係數	LP		QP	
	參數估計值	估計標準誤	參數估計值	估計標準誤
β_0	0.0719	3.8187	-0.0001	4.5787
β_1	0.0147	3.8090	0.0145	4.5789
β_2	0.1187	0.0001	0.1416	0.0007
β_3	-0.0022	0.0127	-0.0005	0.0105
β_4	0.9370	0.0040	0.9372	0.0032
β_5	-0.0036	0.0054	-0.0054	0.0053
β_6	-0.0038	0.0015	-0.0022	0.0013
β_7	0.0017	0.0003	0.0033	0.0003
β_8	0.0015	0.0005	0.0027	0.0004
β_9	-0.0088	0.0005	-0.0100	0.0006
β_{10}	0.0074	0.0012	0.0042	0.0011

資料來源：本研究整理

第四節 技術效率、技術缺口比率計算結果及分析

4.4.1 TE、TE*、TGR 估計結果及分析

本研究採用 Coelli 教授提供的 Frontier4.1 軟體，以最大概似法進行技術效率估計。估計結果發現七個區域之平均技術效率約介於 70% 到 94% 之間，整體平均達 85.6% (詳見表 4-8)。經濟發展程度最高的華東地區 (涵蓋上海市、江蘇省、浙江省)，平均技術效率高達 94.07%，顯示該區域目前的生產量，已達該區潛在產出之 94% 以上。最低的華中地區 (涵蓋安徽省、江西省、湖北省、湖南省、河南省) 其技術效率則只有 70.45%，表示華中地區若能有效利用該區現有技術，其生產量尚能提高 29.55%。

結合技術效率及共同邊界的估計結果，透過 $TE_{it}^* = TE_{it} \times TGR_{it}$ 關係式，分別計算各區域之技術缺口比率 (TGR) 及與共同邊界之相對技術效率 (TE^*)。由線性規劃法計算結果，TGR 平均介於 55.86% (華中地區) 與 93.42% (華東地區) 之間。表示區域的生產邊界低於共同生產邊界，且華中地區的生產量平均而言僅達到整個電子製造產業現有技術下之潛在產量的 55.86%；而華東地區平均而言則達潛在產量的 93.42%。若兩地區分別採用電子製造業最先進的技術，則生產量平均而言可分別再提高 45.14% 和 6.58%，顯示兩區域之間存在極大的技術落差。

除華東、華中地區外，TGR 依序為西南地區 92.26%、東北地區 89.38%、華北地區 79.05%、華南地區 78.95%、西北地區 70.80%。西南地區和華東地區的技術落差不大，僅差距 1.64%。華北地區和華南地區的技術也非常相近，差距為 0.1%。而非線性規劃法之下平均 TGR 則介於 55.86% 到 93.42% 之間，最高及最低的區域亦同為華東地區與華中地區，其 TGR 的排序亦沒有改變，表示使用線性、或非線性方法並沒有太大差異 (詳見表 4-9 及 4-10)。

而華東地區與華中地區之間巨大的技術落差，也印證了中國自改革開放以來，區域發展極端不平衡的現象。而樣本末期亦是中國政府實施第十一個五年計畫(簡稱十一五計畫)的開端，在十一五計畫綱要內，中國政府特別制定「促進區域協調發展」的目標，並提出「推進西部大開發」、「振興東北地區等老工業基地」、「促進中部地區崛起」、「鼓勵東部地區率先發展」、「支援革命老區、民族地區和邊疆地區發展」、「健全區域協調互動機制」等策略，以降低該時期區域發展不平衡的現象。

相應地，基於共同生產邊界下所衡量的平均技術效率(TE^*)介於 39.44% 到 88.34% 之間，以華東地區最高、華中地區最低。主因是華東地區所使用的生產技術居七區域內之冠(TGR 為最高)，使其 TE^* 也為最高。居次的西南地區， TE^* 為 86.68%，同樣受惠於該區使用之生產技術較佳， TGR 為 92.26%，僅次於華東地區。華中地區的區域技術效率(TE)偏低、技術缺口比率(TGR)亦偏低，導致其在共同生產邊界下所衡量的平均技術效率僅為 39.44%。加上該區域之 TGR 標準差亦為最高，顯示華中地區之電子製造業不僅技術較落後、生產效率較差，其區域內廠商之間更存在較大落差。

此外，根據各地區 TGR 之最大值，可發現除了華南、華北地區之外，其餘地區均可達 1，表示各地區之生產邊界均與共同生產邊界相切，只有華南、華北地區例外。另外，分別將 TE 、 TGR 、 TE^* 的結果進行排序，可發現順序幾乎相同，都以華東地區居冠，西南地區居次，而華中地區最差。其中，只有華南、華北的順序稍微改變，主因是華北地區的生產技術較佳，但因當地的技術效率較差，遂導致整體 TE^* 落於華南地區之後。

總結而言，華東地區的技術效率最突出。不論以其本身群組生產邊界衡量，或是和其他地區以共同生產邊界為基礎做比較，華東地區之技術效率表現均較突出，且該區域的生產技術亦為七區域內最佳。而華中地區除了區域本身的技術較落後之外，區域內的技術效率也較差，導致該區域廠商和共同

邊界的偏離程度最大。如華中地區欲提升產量，除了促進區域內廠商的生產效率之外，也應設法提高整個區域的生產技術，才能全面提高生產量，以更接近共同邊界。

表 4-8 七大地區平均技術效率估計結果

地區	平均技術效率	涵蓋行政區
西北	0.7849	陝西省、甘肅省、青海省、寧夏回族自治區、新疆維吾爾族自治區
西南	0.9396	重慶市、四川省、貴州省、雲南省
東北	0.9194	遼寧省、吉林省、黑龍江省
華北	0.8205	北京市、天津市、河北省、內蒙古自治區、山東省、山西省
華中	0.7045	安徽省、江西省、湖北省、湖南省、河南省
華南	0.8820	福建省、廣東省、廣西壯族自治區、海南省
華東	0.9407	上海市、江蘇省、浙江省

資料來源：本研究整理

表 4-9 TE,TGR,TE*以 LP 計算結果

區域	LP	平均值	最大值	最小值	標準差
西北	TE	0.7849	1.0000	0.0090	0.1322
	TGR	0.7080	1.0000	0.0004	0.1261
	TE*	0.5551	0.8375	0.0003	0.1362
西南	TE	0.9396	1.0000	0.2099	0.0321
	TGR	0.9226	1.0000	0.0007	0.0982
	TE*	0.8668	1.0000	0.0006	0.0968
東北	TE	0.9194	1.0000	0.0271	0.0435
	TGR	0.8938	1.0000	0.4463	0.0315
	TE*	0.8217	0.9440	0.0244	0.0484
華北	TE	0.8205	1.0000	0.0048	0.0048
	TGR	0.7905	0.9468	0.5685	0.0503
	TE*	0.6514	0.8502	0.0039	0.0929
華中	TE	0.7045	1.0000	0.0000	0.1584
	TGR	0.5594	1.0000	0.0000	0.1797
	TE*	0.3944	0.7762	0.0000	0.1586
華南	TE	0.8820	1.0000	0.0081	0.0640
	TGR	0.7895	0.8813	0.0561	0.0849
	TE*	0.6965	0.8467	0.0056	0.0909
華東	TE	0.9407	1.0000	0.0814	0.0454
	TGR	0.9390	1.0000	0.5829	0.0341
	TE*	0.8834	0.9787	0.0767	0.0533
Metafrontier	TE*	0.7947	1.0000	0.0000	0.1598

資料來源：本研究整理

表 4-10 TE,TGR,TE*以 QP 計算結果

區域	QP	平均值	最大值	最小值	標準差
西北	TE	0.7849	1.0000	0.0090	0.1322
	TGR	0.7065	1.0000	0.0004	0.1257
	TE*	0.5539	0.8333	0.0003	0.1359
西南	TE	0.9396	1.0000	0.2099	0.0321
	TGR	0.9192	1.0000	0.0009	0.0964
	TE*	0.8637	0.9938	0.0008	0.0951
東北	TE	0.9194	1.0000	0.0271	0.0435
	TGR	0.8905	1.0000	0.5278	0.0292
	TE*	0.8187	0.9440	0.0241	0.0471
華北	TE	0.8205	1.0000	0.0048	0.0048
	TGR	0.7890	1.0000	0.5624	0.0607
	TE*	0.6501	0.8779	0.0039	0.0971
華中	TE	0.7045	1.0000	0.0000	0.1584
	TGR	0.5586	1.0000	0.0000	0.1777
	TE*	0.3938	0.7768	0.0000	0.1557
華南	TE	0.8820	1.0000	0.0081	0.0640
	TGR	0.7861	0.8958	0.0677	0.0858
	TE*	0.6935	0.8474	0.0054	0.0914
華東	TE	0.9407	1.0000	0.0814	0.0454
	TGR	0.9342	1.0000	0.5486	0.0326
	TE*	0.8788	0.9730	0.0766	0.0523
Metafrontier	TE*	0.7917	0.9938	0.0000	

資料來源：本研究整理

4.4.2 實證結果與中國經濟發展情況比較

前述技術效率估計結果顯示，華東地區不僅區域內技術效率表現較佳，技術落差也較小，而華中地區則在技術效率與技術落差的表現都較差。華東地區涵蓋上海市、江蘇省、浙江省，為長江三角洲地區。其主要城市有上海、南京、蘇州、無錫、杭州、寧波、揚州、常州等，是中國最早發展的地區。1992年，中國政府提出以上海浦東為龍頭，進一步開放長江沿岸城市。把上海建成國際經濟、金融、貿易中心做為目標，更是帶動長江三角洲和整個長江流域地區的發展。至2006年，長江三角洲地區以占全國1%的土地面積，創造了全國22%的GDP，以及24.5%的財政收入和28.5%的進出口總額。該地區儼然成為中國最強而有力的經濟重鎮。加上該區之發展以機械、電子和紡織為主導產業，使得該區一直是電子製造產業的領導地區與主要產區。

反觀華中地區，則是在2006到2010年之「十一五計畫」期間，政府積極推動當地交通建設，才漸漸使該區之經濟發展腳步加速。因此在本研究之中，華中地區生產效率及技術均明顯落後於其他地區。

TGR、TE*排名第二的西南地區，雖然屬於較晚開發的地區(平均開業年數為七個區域內最低、開業年數高於50年的廠商比例最低、開業年數低於10年的比例最高)，但是因為當地天然資源豐富，加上外資平均持股比例為七區域內最高，達88.13%。並從技術無效率模型估計結果中顯示，外資對當地的技術效率有顯著的正面提升效果。因此，本研究認為西南地區係挾其自然資源優勢，並在外資規模性的開發之下，使技術效率得以快速提升。

TGR、TE*排名第三的東北地區，同屬自然資源豐富的地區。當地礦產、森林資源豐富，是中國發展最早、且規模最大的重工業區域。在良好的工業基礎與政府政策支持之下(第一次五年計畫至第四次五年計劃期間)，東北地區對中國初期經濟建設有極大的貢獻。然而，後期卻因東北地區的傳統產業

比重過高、技術創新能力不足，使得經濟發展趨緩。直到「十一五」期間，中國政府提出「振興東北地區等老工業基地」，該地區才又逐漸受到重視。按本研究之技術無效率估計模型顯示，外資亦明顯為東北地區帶來技術效率的正面提升效果。因此，本研究認為，東北地區是在豐富的自然資源、加上歷史悠久的工業基礎上(開業年數小於十年的比例為七區域內最低)，輔以外資的挹注，使其技術效率明顯提高。

4.4.2 實證結果與過去文獻比較

綜觀過去關於中國區位效率研究的文獻，白敏怡(2007)將中國區分為四大區域，以共同邊界的方法衡量四大區域的創新體系效率，結果東部地區表現最佳、亦是最接近共同邊界的地區，和本研究在評估電子產業效率上的結果方向一致。而在 Chen ,*et al.* (2009)的研究中，也可獲得中國東部沿海地區的技術效率改變(Technology efficiency change)、規模效率改變(Scale efficiency change)、一般化的共同邊界 Malmquist 生產力指數(generalized Metafrontier Malmquist Productivity Index)在 1996-2004 年間，均優於中、西部的結論。但由於本研究更進一步地把中國區分為七大區域，因此將技術效率表現最佳的東部區域濃縮至華東地區，亦即上海市、江蘇省、浙江省。相對的，效率表現較差及技術落差較大的區域可限縮至華中地區，涵蓋安徽、江西、湖北、湖南、河南省。

在技術無效率影響因素方面，本研究的實證結果顯示，政府的持股在各地區都顯著和技術無效率呈現正向關係。此與過去的研究結果獲得類似的結果。然而，外資持股方面，本研究發現其對於技術效率的影響並非全然正面，而是在持股比例相對較高的時候才有較佳的技術效率提升效果，如本研究中的西南地區與東北地區。在台港澳資持股方面，則發現在中國電子製造業領域對於技術效率的提升並不明顯，甚至在部分區域(西南、東北、華南、華東)和技術效率呈反向關係。最後，在開業年數方面，本研究亦發現並非呈

現一致的影響。從實證結果隱示，在中國之電子製造業領域內，學習效果在初期確實可能存在，但是隨著開業年數的增長，學習效果帶來的優勢便漸漸降低，隨時間增長，其影響甚至可能轉趨反向。



第五章 結論

第一節 結論

中國近來突出的經濟表現，引起世界的注目。而其經濟成長的驅動力量為何，更是引起學界的研究興趣。本研究沿用 Battese *et al.*(2004)共同邊界的架構，探討中國電子製造業廠商的技術效率，並深入分析造成技術無效率的原因。本研究將中國劃分為七個區域，以隨機邊界法與 Battese and Coelli(1995)的無效率模型估計各區域的生產前緣和技術無效率模型。接著，再以數理規劃法找出包絡這些區域生產前緣的共同生產邊界，並計算效率與進行比較。最後，進一步分析造成各區域技術無效率的因素。

綜合而言，將本研究所得之結果歸納如下：

- (一) 從函數型式檢定結果，發現 Translog 較適合做為描述此樣本的函數型式。由三種要素投入之彈性值計算結果，亦發現七大區域之電子製造業廠商的生產型態，均接近於固定規模報酬，以華北地區之規模報酬值 0.98 為最低，華東地區 1 為最高。
- (二) 從無效率模型的估計結果，發現影響各地區技術無效率的因素各有不同。然而，政府的持股卻不約而同成為各地區顯著負面影響技術效率的因素。
- (三) 在外資持股方面，台港澳資的持股對於電子製造業，帶來生產效率的負面影響。而在非台港澳之外資方面，只有在高持股比例的地區，其對生產效率的影響是顯著正向的。
- (四) 在開業年數方面，本研究認為在開業初期，學習效果確實可能為生產效率帶來正面效益。但是隨著開業年數拉長，其效果可能逐漸降低。最後，甚至可能因設備老舊、技術停滯等原因，而為技術效率帶來負面效果。

- (五) 七大區域之區域平均技術效率估計結果約介於 70.5% 到 94.1% 之間，整體平均達 85.6%。華東最高，西南居次，其次為東北、華南、華北、西北、華中地區。
- (六) 七大區域之平均技術缺口比率計算結果，約介於 55.9% 到 93.4% 之間。以華東地區為最高，其次依序為西南、東北、華北、華南、西北地區，華中地區最低。與區域技術效率估計結果比較，僅華北、華南地區次序更動，其餘均相同。
- (七) 將技術效率實證結果與中國發展情況比對，本研究認為華東地區的高技術效率受惠於政府早期對長江三角洲的重視及其經濟基礎。西南地區則受惠於當地的天然資源與後期外資的挹注。東北地區則仰賴當地歷史悠久的工業基礎及外資。華中地區相對偏低的技術效率，則主要源自樣本期間內，區域發展極為不平衡之故。

第二節 政策意涵

由無效率模型之估計結果發現政府之持股明顯和各地區技術無效率呈現正相關。這與中國政府自改革開放以來，推展民營化的政策方向相符。如 2005 年中國國務院公布 36 項政策，意圖推動民營經濟的發展，並鼓勵民間投資於國有壟斷的高利潤產業，如銀行、能源、基礎設施及航空業等。然而，事實卻不然，中國之國有企業因得力於諸多優惠政策，加上向國有銀行貸款容易，使其國有企業不僅沒有走向民營化，反而愈趨壯大。若未來中國政府能對民營化的企圖心推出更多利民政策或配套措施，將更能帶動整體民營經濟的發展，也能改善政府持股體制下技術效率表現不佳的情況。

另外，各區域的技術效率估計與比較結果顯示，樣本期間內，華中地區不僅區域技術效率偏低，相較於其他區域，在技術上的落差也較大。反觀華東地區，不僅區域技術效率高，和整個產業的技術落差亦為最小。這些結果顯示中

國的區域之間存在極大的落差。這與樣本末期(2006年)，中國政府開始實施的第十一個五年計畫內，特別制定「促進區域協調發展」的目標一致。由此可見，該政策是一正確的方向，目標內明訂「促進中部地區崛起」的政策，更是對症下藥的良方。

第三節 本研究之限制

首先，本研究雖採用龐大的廠商資料進行實證研究，但是樣本資料遺漏的情形較為嚴重。如將各地區之資料彙整後，總廠商家數共達 17,700 家。若每家廠商生產資料均完善追蹤九年，總樣本數應達 159,300 家；但本研究總樣本數僅 45,784 筆。

此外，本研究雖以大量縱橫資料進行研究，但是並未對九年期間的技術效率變動進一步分析及比較。忽略技術效率變動的結果，可能遺漏各區域在樣本期間的成長資訊。此外，造成技術無效率的因素，也可能隨時間變動，因此若能將不同時期的變動都納入考慮，或多考慮置入技術無效率因素之不同次方項，將更能捕捉樣本期間內各區域的技術變動以及技術無效率的變化與導致因素。

最後，本研究僅考慮台灣對中國大陸投資金額最大的電子製造業，應用範圍及廣度都受到限制。同樣的模型假設與相同的估計方法，應可再拓展至其他產業的運用，以作為其他產業的投資參考。此外，也可以進行各個地理區域、及各地產業的交叉比較與分析。

參考文獻

中文部分

- 于立、王鐵(2007),〈我國工業企業技術效率的比較分析—應用隨機前沿生產函數進行的比較〉,《科技與管理》,第4期,頁42-44
- 王志剛、龔六堂、陳玉宇(2006),〈地區間生產效率與全要素生產率增長率分解(1978-2003)〉,《中國社會科學》第2期
- 白敏宜(2007),〈基於共同前沿函數法的中國區域創新體系效率的評估〉,《上海管理科學》,第3期,頁4-9
- 朱鐘棟、李小平(2005),〈中國工業行業的全要素生產率測算—基於分行業面板數據的研究〉,《管理世界》,第4期,頁56-64
- 汪克亮、楊寶臣、楊力(2011),〈基於技術差距的中國區域全要素能源效率研究〉,《科學學研究》,第7期,頁1021—1028
- 林祖嘉、郭芳倩(2011),〈中國大陸七大地區外人直接投資於電子業之生產效率與技術外溢效果之研究〉,中國大陸區域經濟不均衡發展之研究學術研討會,政治大學社會科學學院經濟政策研究中心
- 林祖嘉、陳湘菱(2009),〈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〉,《中國大陸研究》第52期,第4卷,頁1-20
- 徐明宜(1997),〈技術效率與廠商規模-台灣電子產業之實証分析〉,產業經濟研究所,國立中央大學,碩士論文
- 張毅、劉維奇、李景峰(2011),〈中國物流上市公司成本效率的收斂性〉,《財政研究》第9期,頁59-69
- 張進樂、劉恬(2012),〈基於SFA的我國航空航太製造業技術效率分析〉,《財經理論與實踐》第175期,第33卷,頁95-97
- 莊奕琦、許碧峰(2001),〈國際貿易、外人直接投資與產業生產力：中國大陸實證研究〉,《經濟論文》,第29卷第2期,頁221-249
- 陳永生(2001),〈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期,第8卷,頁23-42
- 傅曉霞、吳利學(2006),〈全要素生產率在中國地區差異中的貢獻〉,《世界經濟》,第9期,頁12-22
- 黃台心、張寶光、邱郁芳(2009),〈應用共同成本函數探討東亞六國銀行業之生

產效率〉,《經濟論文》,第 37 期,頁 61-100

黃台心、陳盈秀 (2009),〈應用共同邊界函數探討 OECD 與 APEC 諸國總體生產效率〉,2009 生產力與效率國際學術研討會,中央研究院經濟所

黃鏡如、傅祖壇、黃美瑛 (2008)《績效評估－效率與生產力之理論與應用》,台北市,新陸書局

謝蕊蕊,王燕 (2012),〈區域工業效率和技術差異研究——基於共同前沿方法的考察〉,《產業經濟研究》,頁 18-25

英文部分

Aigner, D. L., C. A. Knox Schmidt, Peter (1977). "Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Function Models." *Journal of Econometrics* 6(1): 21-37.

Amsden, Alice H. (1989). "Asia's Next Giant: South Korea and Late Industrialization." New York Oxford University Press.

Battese, G. E. and Broca S. S. (1997). "Functional Forms of Stochastic Frontier Production Functions and Models for Technical Inefficiency Effects: A Comparative Study for Wheat Farmers in Pakistan." *Journal of Productivity Analysis* 8(4): 395-414.

Battese, G. E. and T. J. Coelli (1992). "Frontier Production Functions, Technical Efficiency and Panel data: With application to Paddy Farmers in India." *Journal of Productivity Analysis* 3(1): 153-169.

Battese, G. E. and T. J. Coelli (1995). "A Model for Technical Inefficiency Effects in a Stochastic Frontier Production Function for Panel data." *Empirical Economics* 20(2): 325-332.

Battese, G. E. and G.S. Corra (1977). "Estimation of a Production Frontier Model: With Application to the Pastoral Zone of Eastern Australia." *Australian Journal of Agricultural Economics* 21(3): 169-179.

Battese, G. E. and D. S. P. Rao (2002). "Technology Gap, Efficiency and a Stochastic Metafrontier Function." *International Journal of Business and Economics* 1:1-7.

Battese, George E. Rao, D. S. Prasada O'Donnell, Christopher J. (2004). "A Metafrontier Production Function for Estimation of Technical Efficiencies and

- Technology Gaps for Firms Operating Under Different Technologies." *Journal of Productivity Analysis* 21(1): 91-103.
- Berger, A.N., Hasan, I., Zhou, M., (2009), "Bank Ownership and Efficiency in China : What Will Happen in The World's Largest Nation?" *Journal of Banking and Finance* 33:245-262.
- Biggs, T., Shah, M., and Srivastava, P. (1996). Technological Capabilities and Learning in African Enterprises, Washington: Regional Program of Enterprise Development (RPEP). World Bank.
- Boskin, M. J. and L. J. Lau (1992). "International and Intertemporal Comparison of Productive Efficiency: An Application of the Meta-Production Function Approach to the Group-of-Five (G-5) Countries." *The Economic Studies Quarterly* 43(4): 298-312.
- Boycko, M., Shleifer, A., Vishny, Robert W. (1996). "A theory of Privatization." *The Economic Journal* 106(435): 309-319
- Chih-Hai Yang and Ku-Hsieh Chen (2007). "Are Small Firms less efficient?" *Small Business Economics* 32(4): 375-395.
- Christopher J. O'Donnell, D. S. Prasada Rao, George E. Battese (2008). "Metafrontier Frameworks for the Study of Firm-level Efficiencies and Technology Ratios." *Empirical Economics* 34(2): 231-255.
- C. J. Huang and J.T. Liu (1994). "Estimation of a Non-Neutral Stochastic Frontier Production Function." *Journal of Productivity Analysis* 5(2): 171-180.
- Cornwell, C., P.Schmidt, and R.C. Sickles (1990). "Production Frontiers with Cross-Sectional and Time-Series Variation in Efficiency levels." *Journal of Econometrics* 46(1-2): 185-200.
- Dongwei Su and Xingxing He (2011). "Ownership Structure, Corporate Governance and Productive Efficiency in China." *Journal of Productivity Analysis*.
- Farell, M. J. (1957). "The Measurement of Productive Efficiency." *Journal of the Royal Statistical Society* 120(3): 253~290.
- Greene, W. H. (1990). "A Gamma-distributed Stochastic Frontier Model." *Journal of Econometrics* 46: 141~163.
- Harold O.Fried, C. A. K. L., Shelton S. Schmidt (2008). The Measurement of Productive Efficiency and Productivity Growth, Oxford University Press, Inc.

- Hayami, Y. (1969). "Sources of Agricultural Productivity Gap among Selected Countries." *American Journal of Agricultural Economics* 51(3): 564-575.
- Hayami, Y. and V. W. Ruttan (1970). "Agricultural Productivity Differences among Countries." *The American Economic Review* 60(5): 895-911.
- Hayami, Y. and V. W. Ruttan (1971). *Agricultural Development: An International Perspective*. Baltimore: John Hopkins University Press.
- Hill, H. and K. P. Kalirajan (1993). "Small Enterprise and Firm-Level Technical Efficiency in the Indonesian Garment Industry." *Applied Economics* 25(9): 1137-114.
- James Jondrow, C. Knox Lovell, Ivan S. Materov, Peter Schmidt (1982). "On the Estimation of Technical Inefficiency in the Stochastic Frontier Production Function Model." *Journal of Econometrics* 19(2-3): 233-238.
- J. Y. Lin (1987). "Household farm, Cooperative farm, and Efficiency: Evidence from Rural Decollectivization in China." working paper no.533(Yale University, Economic Growth Center).
- Kalirajan, K. (1981). "An econometric Analysis of Yield Variability in Paddy Production." *Canadian Journal of Agricultural Economics* 29 (2): 283-294.
- Krugman, P. (1994). "The Myth of Asia's Miracle." *Foreign Affairs* 73(6): 62-78.
- Kumbhakar, S. C. (1990). "Production Frontiers, Panel Data, and Time-Varying Technical Inefficiency." *Journal of Econometrics* 46(1-2): 201-212.
- Kumbhakar, S. C., S. Ghosh, and J. T. McGuckin (1991). "A Generalized Production Frontier Approach for Estimating Determinants of Inefficiency in US Dairy Farms." *Journal of Business and Economic Statistics* 9(3): 279-286.
- Kumbhakar, S. C. and Lovell, C. A. Knox (2000). *Stochastic Frontier Analysis*, Cambridge, New York and Melbourne: Cambridge University Press.
- Ku-Hsieh Chen, Yi-Ju Huang, and Chih-Hai Yang (2009). "Analysis of Regional Productivity Growth in China: A Generalized Metafrontier MPI Approach." *China Economic Review* 20(4): 777-792.
- Ku-Hsieh Chen, Hao-Yen Yang (2011). "A Cross-country Comparison of Productivity Growth Using the Generalised Metafrontier Malmquist Productivity Index: With Application to Banking Industries in Taiwan and China." *Journal of Productivity Analysis* 35(3): 197-212

- Lung-Fei Lee (1983). "A Test for Distributional Assumptions for The Stochastic Frontier Functions." *Journal of Econometrics* 22(3): 245-267.
- Lundvall, K., and Battese, G. E. (2000). " Firm Size, Age and Efficiency: Evidence from Kenyan Manufacturing Firms." *Journal of Development Studies* 36: 146–163.
- Meeusen, W. and van den Broeck J. (1977). "Technical Efficiency and Dimension of the firm: Some Results on The Use of Frontier Production Functions." *Empirical Economics* 2(2): 109-122.
- Meggison, W. (2005). "The Financial Economics of Privatization." Oxford University Press, New York
- Pitt, Mark M, Lung-Fei Lee (1981). "The Measurement and Sources of Technical Inefficiency in The Indonesian Weaving Industry." *Journal of Development Economics* 9(1): 43-64.
- Ping Liu, Zhuomin Lin, and Yifan Zhang (2009). "Do Chinese Domestic Firms Benefit from FDI Inflow?: Evidence of Horizontal and Vertical Spillovers." *China Economic Review* 20(4): 677-691.
- Reifschneider, D. and Stevenson R. (1991). "Systematic Departures from the Frontier: A Framework for the Analysis of Firm Inefficiency." *International Economic Review* 32(3): 715-723.
- Reinhard S, Knox Lovell CA, Thijssen G. (2000). "Environmental Efficiency with Multiple Environmentally Detrimental Variables estimated with SFA and DEA." *European Journal of Operational Research* 121: 287-303.
- Ritter, C. and Simar L. (1997). "Pitfalls of Normal-Gamma Stochastic Frontier Models." *Journal of Productivity Analysis* 8(2): 167-182.
- Ruttan, V. W., H. P. Binswanger, Y. Hayami, W. W. Wade and A. Weber (1978), "Factor Productivity and Growth: A Historical Interpretation, in *Induced Innovation: Technology, Institution, and Developments*", Binswanger, H. P. and V. W. Ruttan, editors., Baltimore: John Hopkins University Press:44-90
- Robert, Wade (1990). "Governing the Market: Economic Theory and the Role of Government in East Asian Industrialization." Princeton, N.J.: Princeton University Press.
- Schmidt, P., and R.C. Sickles (1984). "Production Frontiers and Panel Data." *Journal*

of Business and Economic Statistics 2: 367-374.

Shenggen Fan (1991). "Effects of Technological Change and Institutional Reform on Production Growth in Chinese Agriculture." *American Journal of Agricultural Economics* 73(2): 266-275.

Stevenson, R. E. (1980). "Likelihood Functions for Generalized Stochastic Frontier Estimation." *Journal of Econometrics* 13(1): 57-66.

Weining Mao, Won W. Koo (1997). "Productivity Growth, Technological Progress, and Efficiency Change in Chinese Agriculture after Rural Economic Reforms: A DEA approach." *China Economic Review* 8(2): 157-174.

Young, A. (1992). CA Tale of Two Cities: Factor Accumulation and Technical Change in Hong Kong and Singapore. *NBER Macroeconomic Annual*: 13-54

Young, A. (1995). "The Tyranny of Number: Confronting the Statistical Realities of the East Asia Growth Experience." *Quarterly Journal of Economics*: 641-680

Young Hoon Lee (2006). "A Stochastic Production Frontier Model with Group-Specific Temporal Variation in Technical Efficiency." *European Journal of Operational Research* 174(3): 1616-1630.

Zhuo Chen and Shunfeng Song (2008). "Efficiency and Technology Gap in China's Agriculture: A Regional Meta-frontier Analysis." *China Economic Review* 19(2): 287-296.

Z. Hu and Khan M. S. (1997). "Why is China Growing So Fast? ", *IMF Staff Papers* 44(1).