

中國高新技術產業開發區的隨機邊界超越對數生產函數模型分析

盧彥宏* 陳建甫**

淡江大學中國大陸研究所經貿組

中文摘要

1988年8月，中共中央、國務院批准實施火炬計畫，明確把創辦高新區作為國家火炬計畫中的重要組成部分。在火炬計畫的推動下，絕大部分省、市、自治區、計畫單列市紛紛結合當地條件和特點，積極創辦高新區，而本研究主要在探討其中46個高新區其生產效率為何，本研究的資料來源是以「國家高新技術產業開發區十年發展數據報告」為資料庫，以統計軟體Frontier4.1做為工具，並運用 Battese and Coelli (1995)「隨機邊界生產模型」(Stochastic Frontier Production Function)，以「超越對數」(Translog)為生產函數，而隨機邊界超越對數生產函數主要的變數，包括資產、年末從業人數、技術開發經費、研發人數。本研究主要的研究內容包括(1)分析隨機邊界方法之理論(2)以最大似法估計1998~2000年(整合橫斷面與時間序列)各高新區的生產效率，影響高新區生產效率的因素(3)分析比較各高新區的技術效率。最後結果(1)資本和年末從業人數兩項和產出是呈現高度的正相關(2)中國大陸46個高新區呈現為規模報酬遞減(3)平均技術效率在90%以上的有6個，在50%以下的有7個(4)46個高新區之平均技術效率在70%到100%之間的個數最多(5)位於長江三角洲的高新區，平均技術效率是最高的，華北地區的高新區，平均技術效率是最差的。

一、研究背景與問題

* 盧彥宏/淡江大學中國大陸研究所經貿組碩士班研究生

** 陳建甫/淡江大學未來學研究所助理教授

近年來兩岸互動非常緊密頻繁，兩岸間產業的競合模式日漸形成，有對大陸發展進行更多的探討。尤其高科技之發展攸關兩岸間未來產業之分工策略，有必要進行系統性之探討，長期觀察。自江澤民以「科技興國」作為推動經濟改革重要的基調後，中國便積極以「六五、七五、八五攻關計劃」、「863計劃」、「星火計劃」、「火炬計劃」、「基礎研究計劃」及「國家科技成果重點推廣計劃」等來推動科技發展，其中，又以「火炬計劃」中設立「高新技術產業開發區」最為世人所矚目，該計畫除了將本身科技研究成果有效轉換成符合市場需求之商品外，更希望藉技術的轉換達到「商品化」、「產業化」及「國際化」的目標。其中，為吸引三資企業與技術引進，在開發區內政府除負責基礎建設外，並提供許多相當優惠的措施，冀望達到「火炬計劃」中的發展中國高新技術產業的戰略目標。

1988年5月，國務院批准建立了中國第一個國家級高新技術產業開發區——北京市高新技術產業開發試驗區，1991年3月，國務院在全國37家地方興辦的高新區基礎上，批准建立了第一批26個國家高新區，同時制定了一整套扶持高新區發展的國家政策；1992年11月，經過專家組對16個城市的調查，國務院又一次性批准建立了25個國家高新區；1997年6月，在全國高新區蓬勃發展的基礎上，為推動農業高新技術產業的發展，解決乾旱、半乾旱地區的農業發展問題，國務院又批准了在北方農業科技、教育實力最為密集的陝西楊凌建立國家農業高新技術產業開發示範區，至此，經過國務院批准的國家高新區達到53個。

國內僅有陳建璋（2002）以資料包絡分析（DEA）和Tobit迴歸分析中國53個高新區1999年的生產效率，並無針對中國高新技術產業開發區的綜合橫斷面和時間序列聯合資料（Pooling Data），來做隨機邊界模型加以實證研究高新區的生產效率，而一般隨機邊界模型的投入項，大都是只有資本和勞動，而高新區是高新技術產業的集中地，故本研究認為，若單純以資本和勞動做為投入項，恐有不足之處，因此，我們加入了「技術開發經費」及「研發人員」兩個變數來進行探討。且由於北京，上海，深圳，南京，蘇州，青島等高新區其知名度較高，成立時間較早，所以相對於其他高新區的產出是來的較高，廠商的投入程度也遠高於其他高新區；楊凌高新區成立最晚，資料不足。因此，本研究將扣除上述7個高新區，所剩的46個高新區定位成「開發中或具有潛力的高新區」，針對這46個高新區去分析其生產效率為何。

二、研究目的

本研究將46個「開發中或具有潛力的高新區」當做研究樣本，並將1998~2000年46個中國高新區的投入產出資料，包括產出項是工業總產值，投入項是資產、年末從業人數、技術開發經費、研發人數等變數，並以隨機邊界超越對數生產函數，輔以最大概似法（MLE）估計1998~2000年各高新區的生產效率，並使用統計軟體frontier4.1進行研究。本研究的研究目的如下：

- (1) 檢驗 46 個高新區生產效率的變數：資產、年末從業人數、技術開發經費、研發人數等變數中，何者影響最大。
- (2) 分析 46 個高新區是呈現規模報酬遞增或是規模報酬遞減。
- (3) 探討 46 個高新區 1998~2000 年的個別平均技術效率及其排名為何。
- (4) 探討 46 個高新區 1998~2000 年個別技術效率分佈及其年平均技術值是往上或往下。
- (5) 比較不同高新區地理區位（華北、華中、華南、西部、東北、長江三角洲）與其平均技術效率。

三、文獻回顧

過去傳統的經濟理論因忽視對生產效率的探討，故無法對產業之生產力作具體之衡量；一直到 Farrell (1957) 提出衡量生產效率之生產邊界的概念起，相關研究陸續在「生產邊界之推估」、「生產函數型態之設定」、「殘差項分配之假設」、「參數值之估計」、「生產效率之衡量」等方面理論與計算方式具備了完備的架構（詳見表一）。

由表一可知，歷年對生產效率之實證方法按照其生產邊界函數之設定與估計區分為「確定性參數邊界方法 (deterministic parametric frontier approach)」、「確定性非參數邊界方法 (deterministic nonparametric frontier approach)」、「隨機性邊界方法 (stochastic frontier approach)」、「確定性統計邊界方法 (deterministic statistical frontier approach)」以及「組合橫斷面與時間序列資料之隨機邊界方法」等五種；生產函數是以具齊次性的 Cobb-Douglas，具一般性之 Translog 兩型態為代表；至於對生產邊界（誤差項分配）之假設，則以衡量「廠商技術無效」和「產業所不能控制之隨機外在因素」所組成的組合誤差最能用在探討廠商之生產效率；而參數值之估計方法則以「最大概似法 (MLE)」、「修正最小平方法 (OLS)」為主。

總體而言，綜合橫斷面與時間序列資料之隨機邊界超越對數生產函數已在國內外被廣泛的應用於製造業和農業等方面的生產研究，國內學者亦在農作物（彭作奎，民國七十四年）、僑外資（劉錦添、蔡偉德，民國七十八年）及製造業（徐瑞玲，民國八十年）等相關領域從事實證，但這些文獻比較偏重橫斷面資料的討論，未能深入分析各廠商間隨時間變化之生產效率，亦未研究影響生產效率之因素及差異。故本研究要以合併橫斷面與時間序列資料之隨機邊界超越對數生產函數來探討中國大陸 1998~2000 年各高新區的生產效率及其影響因素，並加以探討分析。

表一：各年隨機生產邊界模型的理論與文獻

作者和年代	生產邊界型態	生產函數型態	誤差項分配之假設	參數值之估計方法
Farrel (1957)	deterministic nonparametric frontier approach	未假設生產函數	事前確定 (以殘差項衡量技術無效率)	以線性規劃技巧建立數學估計方程式, 但不推估參數值
Leibenstein (1966)	—————	未假設生產函數	認為許多未可知之因素會造成 X 無效率, 且其所造成之損失比價格無效率嚴重。	—————
Aigner & Chu (1968) Timmer (1971)	deterministic statistical frontier approach	設立一確定生產函數 (多為 CD 生產函數)	<ul style="list-style-type: none"> · 正值 (不考慮分配無效率之狀, 認為生產效率之差異皆源自技術無效率) · 以機率性邊界解決生產邊界受外界干擾問題 	<ul style="list-style-type: none"> · 規則法 (求殘差之絕對值和為最小) · 線性規劃法 (允許部分觀察在生產邊界之外)
Afrait (1972) Richmond (1974) Schmidt (1976) Greene (1980)	deterministic statistical frontier approach	依研究對象, 假定適當之概似函數 (即邊界固定)	<ul style="list-style-type: none"> · 依研究對象作適切之假設 (認觀察點與生產邊界間有明顯統計關係) · 對殘差值作統計上之假設 μ_i: 具有二參數之 Beta 分配 (Afrait) μ_i: 具有單一參數之 Gamma 分配 (Richmond) μ_i: 分別假設具有指數分配及半常態分配 (Schmidt) 	<ul style="list-style-type: none"> · 最大概似法 (MLE) · 修正最小平方法 (COLS) (即修正常數項與殘差項, 以得 BLUE, 並符一致性) · 一次線性規劃 · 二次線性規劃
Meeusen & Ven den Breek (1977) Aigner Lovell & Schmidt (1977) Corbo & De Melo (1988)	Stochastic Frontier approach	假設每一廠商擁有其自身之邊界 (即邊界為隨機性), 任廠商間之效率差異非完全由廠商所能控制。一般設為 CD 生產函數。	<ul style="list-style-type: none"> · 由 ν_i 及 μ_i 組成 (組合誤差), 其中 ν_i: 對稱性常態分配 (由衡量誤差, 其他統計干擾及產業所不能控制之隨機外在因素所造成)。 μ_i: 半常態分配或指數分配 (由廠商之技術無效率所造成) 	MLE COLS
Lee & Tyler	Stochastic Frontier Approach	建議加入 CD 生產函數以外之函數	只能求得母體之平均效率 (因 V 為不可觀察之隨機項, 無法求個別廠商之效率值)。	—————
Sterenson (1980)	—————	—————	<ul style="list-style-type: none"> · μ_i: gamma 分配 ν_i: 亦假設其最適之分配 且 μ_i 與 ν_i 獨立 	—————
Caves & Barton (1990)	Stochastic frontier approach	Translog 生產函數	$\varepsilon = \nu_i - \mu_i$ $\nu_i =$ 常態分配 $\mu_i =$ 半常態分配	COLS

四、模型設定與研究限制

(1) 生產效率模型之設立

本研究的模型設定是依據 Battese and Coelli (1995) 所提出的隨機邊界模型；並將生產函數定義為 Translog 型態即如下列所示：

$$\ln Y_{it} = \beta + \beta_K \ln K_{it} + \beta_L \ln L_{it} + \beta_T \ln T_{it} + \beta_D \ln D_{it} + 1/2 \beta_{KK} (\ln K_{it})^2 + 1/2 \beta_{LL} (\ln L_{it})^2 + 1/2 \beta_{TT} (\ln T_{it})^2 + 1/2 \beta_{DD} (\ln D_{it})^2 + \beta_{KL} \ln K_{it} \ln L_{it} + \beta_{KT} \ln K_{it} \ln T_{it} + \beta_{KD} \ln K_{it} \ln D_{it} + \beta_{LT} \ln L_{it} \ln T_{it} + \beta_{LD} \ln L_{it} \ln D_{it} + \beta_{TD} \ln T_{it} \ln D_{it}$$

其中 i 是代表被觀察的高新區， $i=1, 2, \dots, N$ 。

t 是代表年， $t=1998, 1999, 2000$

由於「國家高新技術產業開發區十年發展數據報告」的資料有部分殘缺，故以 $t-1$ 年的資產、勞動、技術開發經費、研發人員做為投入項， t 年的工業總產值為產出項，因此將 Battese and Coelli 的模式修正如下：

$$\ln Y_{it} = \beta + \beta_K \ln K_{i(t-1)} + \beta_L \ln L_{i(t-1)} + \beta_T \ln T_{i(t-1)} + \beta_D \ln D_{i(t-1)} + 1/2 \beta_{KK} (\ln K_{i(t-1)})^2 + 1/2 \beta_{LL} (\ln L_{i(t-1)})^2 + 1/2 \beta_{TT} (\ln T_{i(t-1)})^2 + 1/2 \beta_{DD} (\ln D_{i(t-1)})^2 + \beta_{KL} \ln K_{i(t-1)} \ln L_{i(t-1)} + \beta_{KT} \ln K_{i(t-1)} \ln T_{i(t-1)} + \beta_{KD} \ln K_{i(t-1)} \ln D_{i(t-1)} + \beta_{LT} \ln L_{i(t-1)} \ln T_{i(t-1)} + \beta_{LD} \ln L_{i(t-1)} \ln D_{i(t-1)} + \beta_{TD} \ln T_{i(t-1)} \ln D_{i(t-1)}$$

故上式的各變數如下：

Y_{it} : 代表第 i 個高新區在第 t 年的工業總產值

$K_{i(t-1)}$: 代表第 i 個高新區在第 $t-1$ 年的年末資產

$L_{i(t-1)}$: 代表第 i 個高新區在第 $t-1$ 年的年末從業人數

$T_{i(t-1)}$: 代表第 i 個高新區在第 $t-1$ 年的技術開發經費

$D_{i(t-1)}$: 代表第 i 個高新區在第 $t-1$ 年的研發人員人數

β : 代表待估計參數

(2) 生產效率模型變數之選用與資料來源

由於本研究是依據「國家高新技術產業開發區十年發展數據報告」本書做為研究的資料庫，基於所獲得的資料，配合隨機性生產邊界方法，故選取下列的變數做為投入及產出的變數：

1. 工業總產值：單位：人民幣千元

資料來源：「國家高新技術產業開發區十年發展數據報告」

2. 年末從業人數：單位：人

資料來源：「國家高新技術產業開發區十年發展數據報告」

3. 年末資產：單位：人民幣千元

資料來源：「國家高新技術產業開發區十年發展數據報告」

4. 技術開發經費：單位：人民幣千元

資料來源：「國家高新技術產業開發區十年發展數據報告」

5. 研究開發人員：單位：人

資料來源：「國家高新技術產業開發區十年發展數據報告」

(3) 研究限制

1. 隨機邊界超越對數生產函數具有「隨機性」、「為包容性較大之一般化函數型態」及「可克服估計式缺乏一致性」等特性, 所以本研究採以隨機邊界超越對數生產函數。
2. 研究的年限僅為 3 年, 故有些因素並不是在短期之內可以看的出其效果。
3. 由於本模型找不到高新區無法控制的外在因素的變數, 故本模型是假設沒有技術無效率效果模型, 也就是沒有誤差項。

五、實證結果分析

依據上述所建立的模型, 利用最大概似法聯立估計隨機邊界生產函數模型, 其所得最大概似估計值如表二, 以下就隨機邊界生產函數和 46 個高新區的技術效率分析來說明本文實證模型分析結果。

(1) 隨機邊界生產函數之實證結果分析

從下表二的隨機邊界生產函數模型分析中, β_K 、 β_D 、 β_{KK} 、 β_{KD} 是呈現顯著, $\beta_K=9.061$ 與產出呈現正向關係, $\beta_{KK}=-0.81$ 與產出呈現反向關係, 表示每增加一單位資本投入時產出會增加 9.061 單位, 但當資本投入增加到一定數量時, 資本投入每增加一單位卻會減少 0.81 單位的產出, 也就是說資本投入和邊際產出呈現倒 U 型曲線的關係。

當資本投入超過一定規模時, 邊際產出會隨著資本投入而遞減, $\beta_D=-5.686$ 與產出呈現反向關係, $\beta_{KD}=0.504$ 與產出呈現正向關係, 表示每增加一單位的研發人員, 會減少 5.686 單位的產出; 但資本投入到一定數量時, 研發人員每增加一單位, 反而會帶來 0.504 單位的產出增加。

由上述可以知道, 高新技術產業是屬於高資本密集的一項產業, 在剛開始投入時便能獲得很大的效果, 且在達一定數量時, 研發人員的投入也能發揮其增加產出的效果, 但若資本投入超過了一定的數量時, 反而會使得產出減少, 也就是資本的投入有其規模適中性, 若超過合理的規模, 反而無法增加產出, 故無法像其他製造業一般, 只追求「規模經濟」, 想要透過規模的不斷增加來壓低成本, 獲取利益。

另外, β_L 和產出是呈現正相關, 雖然其 t 值不顯著, 但每增加一單位的勞動力投入, 便會增加 4.616 單位的產出, 也是很值得注意的一個變數, β_{KT} 和產出也是呈現正相關, 所以, 上述的資本投入必須要達到一定的數量, 可以帶動技術開發經費和研發人員的投入都能使產出增加, 也就是對於高新區來說, 最重要

的關鍵變數就是資本的投入。

表二 隨機邊界生產函數聯立估計結果

變數	參數	係數	標準誤	t 值
隨機邊界生產函數				
Intercept	β	-58.159	9.479	6.135*
ln L	β_L	4.616	2.943	1.568
ln K	β_K	9.061	2.124	4.266*
ln T	β_T	-1.201	0.956	-1.256
ln D	β_D	-5.686	1.619	-3.513*
ln L*ln L	β_{LL}	-0.097	0.471	-0.207
ln K*ln K	β_{KK}	-0.81	0.339	-2.39*
ln T*ln T	β_{TT}	-0.012	0.076	-0.161
ln D*ln D	β_{DD}	-0.0004	0.157	-0.002
ln K*ln L	β_{KL}	-0.077	0.362	-0.212
ln K*ln T	β_{KT}	0.149	0.115	1.294
ln K*ln D	β_{KD}	0.504	0.175	2.873*
ln L*ln T	β_{LT}	-0.06	0.121	-0.493
ln L*ln D	β_{LD}	-0.207	0.207	-1.003
ln T*ln D	β_{TD}	-0.048	0.085	-0.569
log likelihood function=-53.71				
LR test of the one-side error=57.817				
Number of iterations=37				

由於本研究的實證模型是將隨機邊界生產函數設定為 Translog 型態，因此生產要素之要素產出彈性計算除了包括要素投入的係數外，還要衡量要素的平方項與交叉項，其計算的公式如下：

$$E_{K_i} (\text{資本產出彈性}) = \beta_K + \beta_{KL} \ln L_i + \beta_{KT} \ln T_i + \beta_{KD} \ln D_i + \beta_{KK} \ln K_i$$

$$E_{L_i} (\text{勞動產出彈性}) = \beta_L + \beta_{KL} \ln K_i + \beta_{LT} \ln T_i + \beta_{LD} \ln D_i + \beta_{LL} \ln L_i$$

$$E_{T_i} (\text{技術開發經費產出彈性}) = \beta_T + \beta_{TK} \ln K_i + \beta_{TL} \ln L_i + \beta_{TD} \ln D_i + \beta_{TT} \ln T_i$$

$$E_{D_i} (\text{研發人員產出彈性}) = \beta_D + \beta_{DK} \ln K_i + \beta_{DL} \ln L_i + \beta_{DT} \ln T_i + \beta_{DD} \ln D_i$$

另外，加總所有要素產出彈性係數可得到產業的規模報酬，本研究將實證分析中所得到的 46 個高新區的生產要素投入的產出彈性及規模報酬列於下表三。由表三所列的結果顯示在此模型的實證中，這 46 個高新區資本、勞動、技術開發經費、研發人員的要素產出彈性分別為 0.945、0.119、0.062、-0.292。除了研發人員的投入產出彈性為負值外，其他皆為正值。表示除了研發人員的投入外，皆可帶來產出的增加，只是勞動投入和技術開發經費投入的增加產出幅度不像資本投入那樣大而已。在加總以上四種係數後，可以得到這 46 個高新區的規模報酬為 0.834，呈現規模報酬遞減的現象。

表三 中國大陸 46 個高新區要素產出彈性與規模報酬

投入要素	要素產出彈性
資本投入	0.945
勞動投入	0.119
技術開發經費投入	0.062
研發人員投入	-0.292
規模報酬	0.834

(2) 46 個高新區的技術效率分析

根據表四來看，平均技術效率的前六名：福州、天津、杭州、廈門、無錫、吉林，平均技術效率都在 0.9 以上，而其中前五名都是位處於沿海地區上的高新區，而平均技術效率的後七名：大連、鞍山、包頭、保定、濰坊、烏魯木齊、石家莊，平均技術效率都在 0.5 以下，而其中大連、鞍山是東北地區，包頭、保定、濰坊、石家莊是華北地區，烏魯木齊是西部地區，前六名和後七名的落差是很大的，也同時代表著沿海地區的高新區，平均技術效率是高於其他地區的。

表四 46 個高新區 1998~2000 年平均技術效率排名

高新區	技術效率	排名	高新區	技術效率	排名
福州	0.9336	1	貴陽	0.7565	24
天津	0.9335	2	成都	0.7334	25
杭州	0.9123	3	南昌	0.7322	26
廈門	0.9099	4	沈陽	0.727	27
無錫	0.9098	5	中山	0.7253	28
吉林	0.9057	6	蘭州	0.6652	29
綿陽	0.8946	7	寶鷄	0.657	30
珠海	0.8991	8	太原	0.645	31
惠州	0.8919	9	淄博	0.643	32
鄭州	0.8758	10	海口	0.63	33
武漢	0.8665	11	哈爾濱	0.6202	34
重慶	0.8633	12	大慶	0.5975	35
佛山	0.8604	13	濟南	0.5859	36
常州	0.8478	14	株州	0.5236	37
長沙	0.8441	15	昆明	0.5159	38
桂林	0.8267	16	廣州	0.5139	39
長春	0.8097	17	大連	0.4851	40
南寧	0.7932	18	鞍山	0.4646	41
威海	0.7876	19	保定	0.452	42
襄樊	0.7776	20	包頭	0.448	43
洛陽	0.7748	21	濰坊	0.3921	44
合肥	0.7713	22	烏魯木齊	0.2487	45
西安	0.7608	23	石家莊	0.18	46

根據表五 46 個高新區的技術效率分布，可以看的出來中國 46 個高新區在

1998 到 2000 年三年的每個年度中，技術效率的層次是不斷的往上提升，大部分的高新區都是皆於 0.7 以上的技術效率（每一年都有 28 個），而年平均技術值也從 1998 年的 0.6963，提升到 1999 年的 0.7086，再提升到 2000 年的 0.7206，每年都是呈現往上提升的狀況，亦表示高新區是不斷的成長的，且 0.6963，0.7086，0.7206 等年平均技術值都算不差，在中等以上，可望之後都是呈現往上提升的走勢。

表五 中國 46 個高新區 1998~2000 年個別技術效率分佈

技術效率值 (TE)	1998	1999	2000	總個數
$0 \leq TE < 0.1$	0	0	0	0
$0.1 \leq TE < 0.2$	1	1	1	3
$0.2 \leq TE < 0.3$	1	1	1	3
$0.3 \leq TE < 0.4$	1	1	0	2
$0.4 \leq TE < 0.5$	7	4	4	15
$0.5 \leq TE < 0.6$	3	5	4	12
$0.6 \leq TE < 0.7$	5	6	8	19
$0.7 \leq TE < 0.8$	14	11	10	35
$0.8 \leq TE < 0.9$	8	11	10	29
$0.9 \leq TE < 1.0$	6	6	8	20
TE=1				
總個數	46	46	46	138
年平均技術值	0.6963	0.7086	0.7206	

表六依據表四所計算出來的各個高新區的平均技術效率，再按照本研究自行劃分的地理區去比較每個地理區位的平均技術效率。根據表六來看，長江三角洲地區的高新區是在六個地理區位中，平均技術效率排名第一的，而前三名可以算是華中和華南地區的高新區所包辦，平均技術效率都是在 0.7 以上，而其他地區的平均技術效率都是在 0.7 以下。

表六 高新區地理區位與技術效率的比較

地理區位	高新區	平均技術效率	排名
長江三角洲	無錫，杭州，常州	0.89	1
華南地區	福州，廈門，惠州，廣州，中山，珠海，佛山，海口，桂林，南寧	0.7984	2
華中地區	合肥，南昌，武漢，襄樊，長沙，株州	0.7526	3
西部地區	貴陽，昆明，重慶，綿陽，成都，西安，寶鷄，蘭州，烏魯木齊	0.6773	4
東北地區	大慶，哈爾濱，吉林，長春，沈陽，鞍山，大連	0.6585	5
華北地區	天津，鄭州，石家莊，濟南，威海，太原，濰博，包頭，洛陽，保定，濰坊	0.6107	6

六、結論

由於整合橫斷面與時間序列資料之隨機邊界超越對數生產函數具有「隨機性」、「為包容性較大之一般化函數型態」及「可克服估計式缺乏一致性」等特性，本研究輔以 MLE 法將用於中國大陸高新區生產效率之研究，實證結果可歸納如下：

(1) 資本和年末從業人數兩項和產出是呈現高度的正相關，其中資本又是具有顯著性的，技術開發經費和研發人員兩項和產出是呈現負相關，其中研發人員是具有顯著性的高度負相關。

(2) 中國大陸 46 個高新區呈現為規模報酬遞減，其產出彈性加總後，其規模報酬為 0.834，小於 1。

(3) 46 個高新區平均技術效率的前六名：福州、天津、杭州、廈門、無錫，吉林，平均技術效率都在 90% 以上，而平均技術效率的後七名：大連、鞍山、包頭、保定、濰坊、烏魯木齊、石家莊，平均技術效率都在 50% 以下。

(4) 46 個高新區之平均技術效率，主要分為三大區間：70% 到 100% 之間，40%

到 70%之間，10%到 40%之間，其中主要是以 70%到 100%之間的個數最多，而且有每年往上提升的趨勢，且年平均技術值由 0.6963 提升至 0.7086 再提升至 0.7206，也是呈現每年往上提升的趨勢。

(5) 以高新區地理區位與技術效率的排名來看，依序是長江三角洲、華南地區、華中地區、西部地區、東北地區、華北地區。以個別高新區的技術效率來看，技術效率前五名的高新區，皆是位於沿海地帶的高新區；以地理區位來看，位於長江三角洲的高新區，平均技術效率是最高的，華北地區的高新區，平均技術效率是最差的。整體呈現一種「東部優於西部，南部優於北部」的形勢。

參考文獻：

1. 彭作奎，「機率邊界生產函數推估之理論與實證」，台灣經濟，第 112 期，民國 75 年 4 月
2. 彭作奎，「台灣主要農作物生產技術效率之研究」，台灣銀行季刊，第三十九卷第四期，民國 77 年
3. 劉錦添、蔡偉德，「隨機性邊界生產函數與技術效率之推估—台灣地區僑外資廠商之實證研討」，中研院經濟研究所研討論文，民國 78 年 8 月
4. 張維熊，「中國大陸汽車業技術效率分析—隨機邊界模型之應用」，淡江大學中國大陸研究所碩士論文，民國 91 年 6 月
5. 薛琦、周治邦，「Farrell 衡量效率之方法與台灣的實證分析」，中國經濟學會年會論文集，民國 73
6. 李美瑛，「台灣汽車、機車及自行車業之生產效率研究」，中央大學產業經濟研究所碩士論文，民國 82 年 6 月
7. 詹語綺，「中國大陸製造業技術效率之研究」，淡江大學中國大陸研究所碩士論文，民國 93 年 1 月
8. 巫和懋、王思粵、承立平，「大陸高科技產業發展現況、政策走向與潛力評估」，中華經濟研究院，民國 89 年
9. 「中國科技發展政策之研究」，台灣經濟研究院未發表文章，民國 88 年 12 月
10. 「國家高新技術產業開發區十年發展數據報告」，中國科學技術部火炬高技術產業開發中心，民國 90 年 9 月
11. 中國火炬信息網 <http://www.chinatorch.gov.cn>
12. 陳建璋，「中國大陸高新技術產業開發區生產效率評估之研究」，東吳大學企業管理研究所碩士論文，民國 91 年 8 月

英文：

1. Afriat, S. N. (1972), Efficiency estimation of production, *International Economic Review*, Vol. 13, pp. 568-598.
2. Aiger, D., J. C. A. K. Lovell and P. Schmidt (1977), Formulation and estimation of stochastic frontier production function models, *Journal of Econometrics*, Vol. 6, pp. 21-37.
3. Battese, G. E., and T. J Coelli (1988), Prediction of firm-level technical efficiencies with a generalised frontier production function and panel data, *Journal of Econometrics*, Vol. 38, pp. 387-399
4. Battese, G. E., and T. J Coelli (1992), Frontier production function, Technical efficiencies and panel data: with application to paddy farmers in India, *Journal of Productivity Analysis*, Vol. 3, pp. 153-169.
5. Battese, G. E., and T. J Coelli (1993), Stochastic frontier production function incorporating a model for technical inefficiency effects, *Working Papers in Econometrics and Applied Statistics*, No. 69, Department of Econometrics University of New England Armidale.
6. Farrell, M. J. (1957), The measurement of productive efficiency, *Journal of the Royal Statistical Society*, Vol. 120 (3), pp. 253-281.
7. Schmidt, P. and R. C. Sickles (1976), Production frontier and panel data, *Journal of Business and Econometrics Statistics*, Vol. 2, pp. 57-66.
8. Schmidt, P. (1976), On the statistical estimation of parametric frontier production functions, *Review of Economics and Statistics*, Vol. 58, pp. 238-239
9. Tim Coelli (1996), *A Guide to FRONTIER Version 4. 1: A Computer Program for Stochastic Frontier Production and Cost Function Estimation*, University of New England Armidale, NSW, 2351 Australia
10. Caves, Richard E. and David R. Barton (1990), *Efficiency in U. S Manufacturing industries*, M T Press: Cambridge Massachusetts.
11. Corbo, V., and Jaime De Melo (1988), A Comparisons Alternative Methodologies with Census Data, in Dogramaci, A. (ed), *Measurement Issues and Behavior of Productivity Variables*, Boston: Kluwer Nijhoff Publishing.
12. Greene, William H. (1980), Maximum Likelihood Estimation of Econometric Frontier Function, *Journal of Econometrics*, Vol. 13 (May) pp. 27-56.
13. Richmond, J. (1974), Estimation the Efficiency of Production, *International Economic Review*, Vol. 15 (June) pp. 515-521.