

第一章 緒論

1.1 研究背景與動機

台灣是個四面環海的島嶼，依據能源局統計有百分之九十七點九能源來自於進口，我國經歷 1979 年及 1984 年兩次能源危機之衝擊，2005 年政府為因應溫室氣體減量及京都議定書生效，直接對國內產業界造成嚴重影響。我國政府為推動能源政策，將永續、穩定、效率及潔淨視為核心目標，因此推動節能減碳、提高能源效率成為國家重要政策。國內受到國際原油及塑化、鋼鐵原物料價格持續上漲的影響，油、煤、電力是國內主要能源，能源效率若無法改善，直接影響國內物價指數，本研究動機如下：

1. 如何節能減碳，綠能環保，提昇能源效率，為台灣重要課題。
2. 台灣能源自給率偏低，如無法有效率應用，將影響台灣對外的競爭力。
3. 研究發現能源使用效率及生產力偏低，我們應積極尋找有效改善方法。

1.2 研究目的

對於台灣能源的來源面臨挑戰，如何節省能源及提高能源使用效率，成為主要前提，本研究如能針對較無效率縣市用油、用電量分析改善，以期對全國能源之使用及提高效率有所助益。

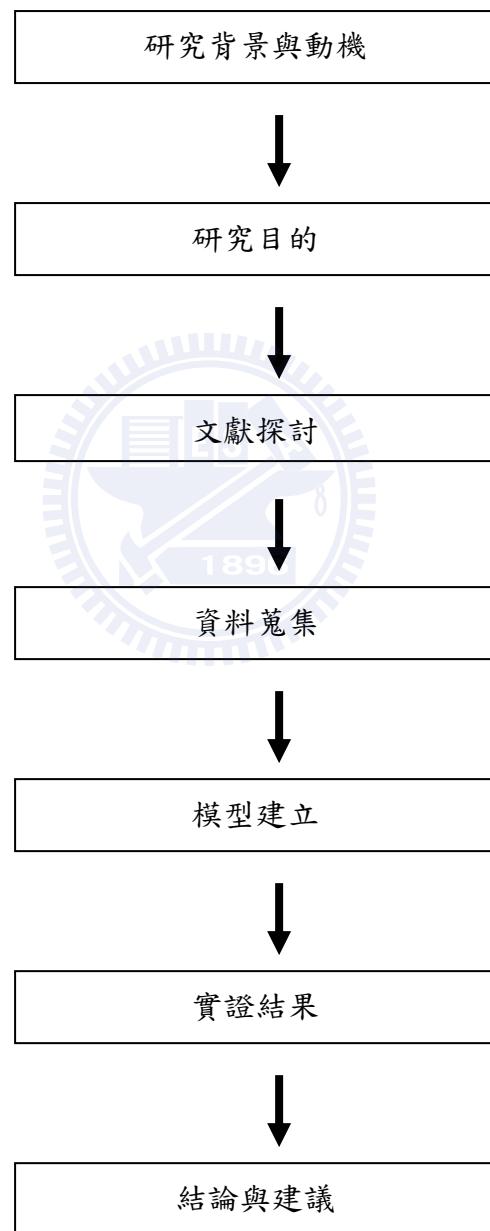
本研究資料包絡分析法 (data envelopment analysis, DEA)，在總要素架構下衡量台灣各縣市之總所得及用電、用油有效率的節省能源目標。研究對象為台灣各縣市及澎湖等 23 個縣市，研究期間為 2004 - 2008 年。DEA 及 DEA-Malmquist 模型中有一項產出項各縣市所得及六項投入項各縣市就業人口、電力用電量、家庭電燈用電量、其他非家庭電燈用電量、汽油用油量、柴油用油量等。我們的主要發現如下：

- 1.一般而言，即使相對於台灣自己的效率前緣，多數縣市電力用電量、家庭用電、其他非家庭用電、汽油及柴油用油等使用能源上，缺乏效率。
- 2.本研究期間 2004~2008 年，我們使用 Malmquist 模式研究方法，發現台灣南部

縣市之總要素生產力有提高趨勢。

3.我們發現技術效率指數，除台北市及基隆市之技術效率指數標較佳外，台中縣及雲林縣之技術效率指數偏低，尚待改進。

1.3 研究流程



圖一 研究流程

第二章 文獻回顧

2.1 績效評估方法

績效評估方法主要在衡量一個決策單位(Decision Making Unit, DMU)之營運表現及該單位可以改善空間。一個國家之績效表現，可用國民所得(Gross Domestic Product, GDP)來衡量。一家電腦製造公司可以用勞動生產力，衡量每工人每小時可以組裝電腦數量來評估該公司的生產力。

本研究以資料包絡分析法(DEA)效率衡量模式，比較台灣 23 個縣市的用電、用油量，研究 2004-2008 年期間台灣 23 縣市的能源效率。包括：技術效率、純粹技術效率、及規模效率等方法，藉以評估、分析各縣市的生產力。

2.2 相關文獻.

本研究資料包絡分析法(DEA)，最早出現於作者 Charnes et al. (1978) 所提模式中納入了伯瑞圖最佳解之理念，各單位在計算其效率值時可選擇其最有利之因子權重。此文討論固定規模報酬之情形；Banker et al. (1984)又發展出模報酬可變動下效率值之計算模式。

Chien and Hu (2007) 利用 DEA 模型，三項投入變數為勞動、資本存量及能源，實值 GDP 是唯一的產出變數。研究結果顯示，增加再生性能源的使用可以提高一個經濟體的技術效率。另一方面，增加傳統能源的投入卻會降低技術效率。OECD 和非 OECD 經濟體相較，OECD 經濟體之技術效率較高。在全體再生性能源之中，OECD 經濟體使用之地熱、太陽能、潮汐及風力能源比例較非 OECD 經濟體高。然而非 OECD 經濟體所使用之再生性能源在總體能源供給的比例較高。如果固定傳統能源投入總量，我們可以藉著將傳統能源替代為再生性能源以提高技術效率。

Hu et al. (Forthcoming) 利用 DEA 方法，以一項產出（各縣市人均年度所得）及七項投入（各縣市政府年度歲出、就業人口、垃圾處理量、家庭用電量、其他用電量、汽油

銷售量及柴油銷售量)，研究 1998-2005 年期間台灣 23 縣市的能源效率。Hu et al. (2011) 主要研究 1998-2007 年期間利用 DEA 四階段方法，研究台灣 23 縣市能源效率，分別提出問題及建議改善方法。



第三章 研究方法與資料

3.1 資料包絡分析法之意義

DEA 屬於一種衡量單位間的相對效率值，此種方法最大優點在於不須預設投入，產出間的函數關係，也不必事先設定權重，非常適用於多種投入與多種產出情況下的組織效率評估。透過 DEA 模式，可以精確、客觀的求算出被評估單位的整體效率(Overall Efficiency)或純技術效率(Pure Technical Efficiency)，配置效率(Allocative Efficiency)、規模效率(Scale Efficiency)等各種效率值，並據以進行解釋造成經營績效差異的原因。

在最早的 CCR 模式中 (Charnes, Cooper, Rhode, 1978) 可產生客觀的全面效率評估；BCC 模式 (Banker, Charnes, & Cooper 1984) 則在給定的作業規模下估計純技術效率，藉以區別整體技術效率與規模效率。而本研究著重於 CCR 及 BCC 兩種模式，以下將對 Farrell、CCR 及 BCC 三種模式的說明。

3.1.1 Farrell 的效率評估模式

Farrell (1957) 首先以「非預設生產函數」代替常用的「預設函數」來推估效率值，並採用數學規劃的技巧求出生產效率前緣，亦即效率生產函數 (Efficiency Production Function)。Farrell 提出一公司效率包含兩個成分；一是技術效率 (Technical Efficiency, TE)，其反應一公司在既定投入下，獲得最大產出能力。另一是配置效率 (Allocative Efficiency ; AE) 或稱為價格效率 (Price Efficiency)，其反應一公司在既定關心的投入要素價格下，使用其投入要素在最適比例的能力。

3.1.2 CCR 模式

q 是 M 產出的變數($M \times 1$)， x 是 N 投入的變數($N \times 1$)，當投入 x 變量時，將產出 y 數量。 Q 是($M \times K$)的產出矩陣， X 是($N \times K$)的投入矩陣， Z 是一個權重變數 ($K \times 1$)， I 也

是一個權重變數($1 \times K$)， K 是決策單位， M 是產出項數目， N 是投入項數目。本研究有 23 個縣市、1 個產出項和 6 個投入項。我們利用投入導向模型(input-oriented model) 和 變動規模報酬(VRS)，以 DEA 模型來分析能源效率(Charnes et al.,1978)。

我們可以利用 DEA 模型來計算技術效率， q_i 和 x_i 是投入和產出的變數 i ， $i=1,2,\dots,I$ ；當 CCR 投入導向 DEA 模式下，聯合求解最適之同儕權數 λ ，以及技術效率 θ ， λ_i 則表示第 i 個 DMU 在所有受評估 DMU 中所佔的權重($I \times 1$)， $TE(\theta)$ 是效率值。

3.1.3 BCC 模式

Banker et al. (1984) 採用變動規模報酬 (VRS) 的假設，在 CCR 模型中加入凸性限制($\sum \lambda = 1$)。如所示研究模型：

$$\begin{aligned}
 & Min_{\theta, \lambda} \theta \\
 s.t \quad & -q_i + Q\lambda \geq 0, \\
 & \theta x_i - X\lambda \geq 0, \\
 & \sum \lambda = 1, \\
 & \lambda \geq 0
 \end{aligned}$$

3.1.4 Malmquist 模式

由於上述 DEA 模型(CCR 與 BCC 模型)只能針對各個決策單位當年度做比較，而無法就連續數個年度以縱斷面來做分析，故本研究採用 DEA 所延伸之 Malmquist 總要素生產力指標。以求出綜合技術效率變動指數(technical efficiency change)、純粹技術效率變動指數(pure technical efficiency change)、規模效率變動指數(scale efficiency change)、總要素生產力變動指數(total factor productivity change)、技術變動指數(technical

change)等生產力指數。

3.2 資料來源及變數定義：

來評估各縣市歷年來效率變動情形，麥氏 TFP 指數定義如下：

1. CRS 技術效率變動 : ΔTE
2. 技術變動 : ΔT
3. 純技術效率變動 : ΔPTE
4. 規模效率變動 : ΔSE
5. 麥氏 TFP 指數 : $M = \Delta TE \times \Delta T = \Delta PTE \times \Delta SE \times \Delta T$
6. 執行結果分析公式說明

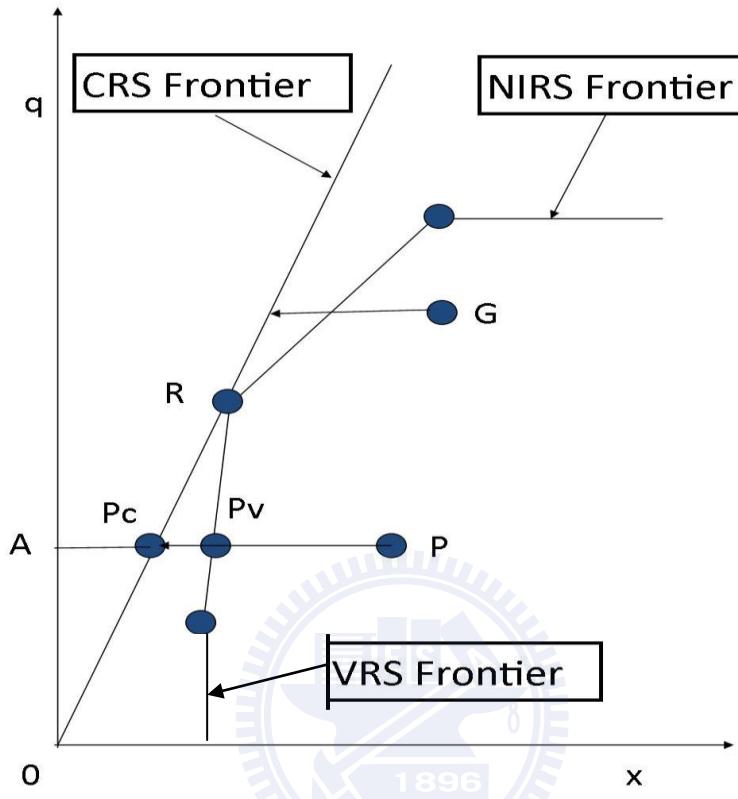
(1)總要素生產力變動指數=綜合技術效率變動指數 \times 兩期間之技術變動指數

$$(Tfpch = Effch \times Techch)$$

(2)綜合技術效率變動指數=純粹技術效率變動指數 \times 兩期間之規模效率變動指數

$$(Effch = Pech \times Sech)$$

圖二、規模效率邊界圖顯示，變動規模邊界(VRS)較固定規模邊界(CRS)，更緊密地包絡著各資料點，如下圖所示，概述重點如下。



圖二 規模效率邊界圖

資料來源： Coelli et al. (2005)

1. R 點位於最適生產規模上。
2. DMU P 處在 IRS 生產階段，故 P 擴大生產規模，可以改善規模效率。
3. DMU G 處在 DRS 生產階段，故 G 縮小生產規模，可以改善規模效率。
4. 故生產效率，其由於生產規模過小或過大所引起。

且由圖二、規模效率邊界圖中，得知固定規模技術效率(CRS TE)與變動規模技術效率(VRS TE)之間關係式，如下說明：

1. 固定規模技術效率(CRS TE)為

$$CRS\ TE = AP_c / AP$$

2. 變動規模技術效率(VRS TE)為

$$VRS\ TE = AP_v / AP$$

3. 固定規模技術效率恆不大於變動規模技術效率

$$CRS\ TE \uparrow VRS\ TE$$

4. $CRS\ TE = AP_c / AP = (AP_c / AP_v) \times (AP_v / AP)$

其中 AP_c / AP_v 因為生產規模未達最適，而產生落差(gap)。

OTE : 整體效率 (Overall Technical Efficiency)

PTE : 純技術效率 (Pure Technical Efficiency)

SE : 規模效率 (Scale Efficiency) 896

公式定義：

1. 整體效率 = 規模效率 \times 純技術效率

$$OTE = SE \times PTE$$

$$CRS\ TE = SE \times VRS\ TE$$

2. 在 R 點最適規模上，同時具有 OTE 及 PTE

$$CRS\ TE(R) = VRS\ TE(R) = 1$$

$$SE = CRS\ TE(R) / VRS\ TE(R)$$

3.3 投入、產出之變數

本研究以台灣各縣市及澎湖等 23 個縣市，研究期間為 2004-2008 年，利用 DEA

及 DEA-Malmquist 模型中有一項產出(各縣市總所得)及六項投入(各縣市就業人口、電力用電量、家庭電燈用電量、其他非家庭電燈用電量、汽油用油量、柴油用油量)。應用資料包絡分析法，在總要素架構下衡量台灣各縣市之整體技術效率、有效率的節省能源目標比率、及考慮能源投入下的各縣市的生產力變動。我們以 q_1 表示各縣市總所得(仟萬元)、 x_1 表示各縣市就業人口數(人)、 x_2 表示各縣市電力用電量(仟度)、 x_3 表示各縣市家庭電燈總用電量(仟度)、 x_4 表示各縣市非家庭電燈總用電量(仟度)、 x_5 表示各縣市汽油用油量(公秉)、 x_6 表示各縣市柴油用油量(公秉)等資料做為本研究投入及產出變數。為考量物價波動，有關實質金額均依公式：實質變數 = 名目變數除以 GPD 平減指數，原平減指數修正以 2004 年為基期計算。資料來源係由行政院主計處、能源局及台灣電力公司等所提供之。

q 表示各縣市總所得(仟萬元)：各縣市平均每戶經常性收入 \times 各縣市戶籍登記戶數
(資料來源：行政院主計處)

x_1 表示各縣市就業人口數(人)：各縣市就業人口數(資料來源：行政院主計處)

x_2 表示各縣市電力用電量(仟度)：各縣市申請用戶用電種類為高、低壓用電生產或非生產性質之總電力用電量(資料來源：台灣電力公司)

x_3 表示各縣市家庭電燈總用電量(仟度)：各縣市申請用戶用電種類為住宅性質之總電燈用電量(資料來源：台灣電力公司)

x_4 表示各縣市非家庭電燈總用電量(仟度)：各縣市申請用電種類為包燈之非家庭電燈總用電量(資料來源：台灣電力公司)

x_5 表示各縣市汽油用油量(公秉)：各縣市各加油站合計之汽油總用油量(資料來源：能源局)

x_6 表示各縣市柴油用油量(公秉)：各縣市各加油站合計之柴油總用油量(資料來源：能源局)

3.4 環境變數

本研究由於上述投入及產出變數，利用DEA-Malmquist方法執行結果，未能詳細解釋投入項及產出項之間，影響效率關係，故本研究中，我們以 z_1 表示高等教育人口比率(大專及以上)(%)、 z_2 表示人口密度(人/ km^2)、 z_3 表示人均可支配所得(NTD)、 z_4 表示工廠密度(家/ km^2)、 z_5 表示機動車密度(台/ km^2)、 z_6 表示各縣市預算總支出(千萬元)、 z_7 表示各縣市中央地方政黨是否一致、 z_8 表示各縣市是否有科學園區、 z_9 表示各縣市是否為都會區等會直影響效率環境變數，我們利用迴歸方式時間序列，分析個別環境變數對資源使用效率之影響。



第四章 資料包絡分析實證結果

4.1 研究發現

資料同向性檢驗，依據上述研究方法，我們利用投入導向模型(input-oriented model)和變動規模報酬(VRS)，以 DEA 模型來分析能源效率，資料蒐集後，先行資料檢驗是否為同向性。發現各縣市年度所得、就業人數、電力用電量、家庭電燈用電量、其他非家庭電燈用電量、汽油銷售量及柴油銷售量等資料，都呈現正相關同向性，因此得知收集資料投入項與產出項之間的相關係數皆不為負，是正相關且正確可靠，始可再做進一步分析，如表一。

表一 資料同向性檢驗

項目	各縣市 年度所 得(q)仟 萬元	就業人數 (x ₁)人	電力用電 量(x ₂)千 度	家庭用電 量(x ₃)千 度	其他用 電量(x ₄)千 度	汽油銷售 量(x ₅)公 秉	柴油銷 售量(x ₆)公 秉
各縣市年度							
所得(q)仟萬元	1.000000						
就業人數(x ₁)人	0.602179	1.000000					
電力用電量(x ₂)千度	0.582644		0.630882	1.000000			
家庭用電量(x ₃)千度	0.582420		0.983347	0.607034	1.000000		
其他用電量(x ₄)千度	0.436221		0.918897	0.714268	0.884589	1.000000	
汽油銷售量(x ₅)公秉	0.580231		0.961865	0.754496	0.944641	0.907651	1.000000
柴油銷售量(x ₆)公秉	0.209985		0.647745	0.801091	0.567718	0.746756	0.758337
							1.000000

4.2 資料統計分析

本文資料蒐集期間 2004-2008 年，台灣各縣市及澎湖等 23 個縣市，將相關資料統計分析，如表二，概略說明 1. 各縣市年度所得：平均值 37,688 仟萬元、2. 就業人數：平均值 439,470 人、3. 電力用電量：平均值 5,311,729 千度、4. 家庭電燈用電量：平均值 2,380,399 千度、5. 其他非家庭電燈用電量：平均值 107,477 千度、6. 汽油銷售量：平均值 439,760 公秉、7. 柴油銷售量：平均值 159,929 公秉等，因為數據來源正確，我們考量在評估各縣市使用能源效率時，應同時考慮兩個方向：(1) 2004-2008 年台灣各縣市 23 個縣市每年的績效評比；(2) 2004-2008 年台灣各縣市 23 個縣市跨期之間的績效評比分析關係，故取得各年度資料，先檢驗資料都呈現正相關同向性，再確認後方可做評估。

表二 投入與產出資料統計分析表

變數	平均值	標準差	最小值	最大值	單位
各縣市年度所得(q)	37,688	41,273	2,444	173,836	仟萬元
就業人數(x_1)	439,470	379,357	34,000	1,783,000	人
電力用電量(x_2)	5,311,729	4,942,453	152,186	21,417,491	千度
家庭電燈用電量(x_3)	2,380,399	2,371,223	179,952	10,483,479	千度
其他非家庭電燈用電量(x_4)	107,477	69,281	13,931	295,738	千度
汽油銷售量(x_5)	439,760	350,453	20,749	1,559,655	公秉
柴油銷售量(x_6)	159,929	118,841	6,113	483,538	公秉

4.3 結果分析

4.3.1 單期效率分析

利用 DEA 方法，研究 2004-2008 年之整體效率、純技術效率及規模效率，如表三。

表三 2004-2008 年規模報酬與效率值

縣市別	2004 年				2005 年				2006 年			
	OTE	PTE	SE	RTS	OTE	PTE	SE	RTS	OTE	PTE	SE	RTS
臺北縣	0.863	0.875	0.986	drs	0.904	1.000	0.904	drs	0.901	0.916	0.983	drs
宜蘭縣	0.717	0.770	0.932	irs	0.803	0.863	0.931	irs	0.739	0.798	0.926	irs
桃園縣	0.789	0.795	0.993	irs	0.750	0.757	0.992	irs	0.738	0.744	0.991	irs
新竹縣	0.856	0.903	0.948	irs	0.905	0.955	0.948	irs	0.783	0.832	0.941	irs
苗栗縣	0.687	0.730	0.941	irs	0.704	0.753	0.936	irs	0.756	0.804	0.940	irs
臺中縣	0.600	0.610	0.983	irs	0.577	0.589	0.980	irs	0.576	0.587	0.980	irs
彰化縣	0.644	0.660	0.976	irs	0.620	0.638	0.972	irs	0.649	0.667	0.973	irs
南投縣	0.785	0.834	0.941	irs	0.809	0.866	0.934	irs	0.840	0.897	0.936	irs
雲林縣	0.682	0.715	0.954	irs	0.638	0.677	0.942	irs	0.731	0.770	0.950	irs
嘉義縣	0.708	0.758	0.934	irs	0.737	0.797	0.926	irs	0.733	0.792	0.926	irs
臺南縣	0.707	0.725	0.975	irs	0.656	0.677	0.968	irs	0.684	0.705	0.971	irs
高雄縣	0.683	0.697	0.980	irs	0.691	0.707	0.977	irs	0.623	0.639	0.975	irs
屏東縣	0.658	0.682	0.964	irs	0.708	0.737	0.961	irs	0.688	0.717	0.960	irs
臺東縣	0.750	0.828	0.907	irs	0.708	0.818	0.866	irs	0.813	0.876	0.928	irs
花蓮縣	0.718	0.785	0.914	irs	0.653	0.735	0.889	irs	0.686	0.763	0.899	irs
澎湖縣	0.899	1.000	0.899	irs	0.809	1.000	0.809	irs	0.907	1.000	0.907	irs
基隆市	1.000	1.000	1.000	crs	1.000	1.000	1.000	crs	1.000	1.000	1.000	crs
新竹市	0.910	0.952	0.955	irs	0.834	0.887	0.940	irs	0.882	0.929	0.949	irs
臺中市	0.671	0.693	0.968	irs	0.654	0.681	0.960	irs	0.705	0.773	0.912	irs
嘉義市	0.742	0.787	0.943	irs	0.895	0.936	0.956	irs	0.923	0.959	0.962	irs
臺南市	0.725	0.749	0.969	irs	0.677	0.705	0.960	irs	0.691	0.717	0.964	irs
臺北市	1.000	1.000	1.000	crs	1.000	1.000	1.000	crs	1.000	1.000	1.000	crs
高雄市	0.916	0.925	0.991	irs	0.956	0.966	0.990	irs	0.927	0.936	0.990	irs
平均	0.770	0.803	0.959		0.769	0.815	0.945		0.781	0.818	0.955	

表三 2004-2008 年規模報酬與效率值(續)

縣市別	2007 年				2008 年			
	OTE	PTE	SE	RTS	OTE	PTE	SE	RTS
臺北縣	0.893	0.916	0.975	Drs	0.963	1.000	0.963	drs
宜蘭縣	0.697	0.770	0.905	Irs	0.785	0.836	0.939	irs
桃園縣	0.727	0.734	0.990	Irs	0.749	0.754	0.993	irs
新竹縣	0.721	0.780	0.924	Irs	0.845	0.884	0.955	irs
苗栗縣	0.714	0.774	0.923	irs	0.672	0.713	0.941	irs
臺中縣	0.571	0.585	0.976	irs	0.562	0.571	0.983	irs
彰化縣	0.605	0.628	0.964	irs	0.600	0.616	0.974	irs
南投縣	0.745	0.817	0.912	irs	0.747	0.798	0.936	irs
雲林縣	0.630	0.680	0.928	Irs	0.622	0.657	0.947	irs
嘉義縣	0.662	0.736	0.900	Irs	0.688	0.740	0.930	irs
臺南縣	0.659	0.685	0.962	Irs	0.667	0.685	0.974	irs
高雄縣	0.681	0.701	0.972	Irs	0.688	0.701	0.980	irs
屏東縣	0.723	0.759	0.953	Irs	0.676	0.685	0.987	irs
臺東縣	0.902	0.990	0.911	Irs	0.764	0.808	0.945	irs
花蓮縣	0.689	0.785	0.877	Irs	0.672	0.740	0.908	irs
澎湖縣	0.831	1.000	0.831	Irs	1.000	1.000	1.000	crs
基隆市	1.000	1.000	1.000	crs	1.000	1.000	1.000	crs
新竹市	0.895	0.957	0.936	Irs	0.853	0.909	0.938	irs
臺中市	0.758	0.826	0.918	Irs	0.677	0.755	0.897	irs
嘉義市	0.852	0.916	0.930	Irs	0.913	0.926	0.986	irs
臺南市	0.739	0.771	0.958	Irs	0.766	0.782	0.980	irs
臺北市	1.000	1.000	1.000	crs	1.000	1.000	1.000	crs
高雄市	0.936	0.948	0.987	Irs	0.956	0.964	0.991	irs
平均	0.767	0.815	0.941		0.777	0.806	0.963	

註：OTE 為整體技術效率、PTE 為純技術效率、SE 為規模效率。

rts 表示規模報酬程度：其中 crs 為固定規模報酬、irs 為規模報酬遞增、drs 為規模報酬遞減。

在各年度評估效率值，由表三 2004-2008 年規模報酬與效率值表中，可得知單期分析結果，以各年度分析，2004-2007 年各縣市資源使用整體效率為 1，有 2 個的縣市基

基隆市、台北市，2008 年各縣市資源使用整體效率為 1，有 3 個的縣市基隆市、台北市、澎湖縣；2004-2008 年各縣市整體效率台中縣最差。澎湖縣 2008 年迎頭趕上，地理位置位於離島，又資源使用整體效率為 1，首要是為發展觀光所致，再來推動島上能節約用電、用油成績良好，因此能源使用整體效率最佳。其他表現不佳縣市，應要向 2 個的縣市基隆市、台北市學習如何節約能源，以提高能源使用效率。

接著我們以表四來分析技術效率，看各年度平均表現，2004 年的整體技術效率(OTE)、純技術效率(PTE)、規模效率(SE)平均分別為 0.770、0.803、0.959 而 2008 年則分別為 0.777、0.806、0.863，另外觀察其中間的五年，在研究期間內之台灣 23 個縣市資源使用效率平均值是呈現上升的趨勢，但是要注意的是，這裡所說的平均值上升，並不代表是絕對效率的提高，必須另做跨期分析才能明確得知，由執行結果分析，研究期間內之台灣 23 個縣市資源使用效率最高與最低的相對低落差仍然呈現波動趨勢，因此，為了知道這期間的效率變化情形，接下來採取跨期效率之研究，以知結果。

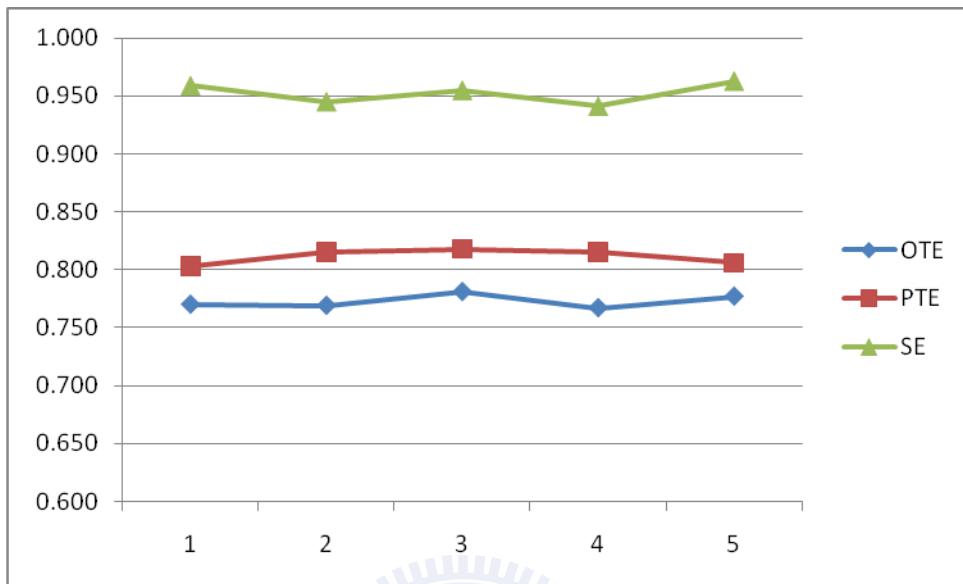
表四 2004~2008 年台灣各縣市平均資源使用效率

年份	OTE	PTE	SE
2004	0.770	0.803	0.959
2005	0.769	0.815	0.945
2006	0.781	0.818	0.955
2007	0.767	0.815	0.941
2008	0.777	0.806	0.963
平均	0.773	0.811	0.953

註：OTE 為整體技術效率、PTE 為純技術效率、SE 為規模效率。

表四及圖三顯示：(1) 整體技術效率值，由 2004 年效率值 0.770 上升至 2006 年效率值 0.781 呈現上升，但 2008 年又效率值下降為 0.777，整體技術效率呈現波動上升的狀況。(2)純粹技術效率的趨勢 2004 年效率值 0.803 上升至 2006 年效率值 0.818 呈現上升，但 2008 年又效率值下降為 0.806，整體技術效率呈現波動上升的狀況。(3)規模效率的趨勢 2004 年效率值 0.959 上升至 2006 年效率值 0.955 呈現波動，

2008 年效率值上升為 0.963，整體技術效率呈現波動的狀況。整體來看 2004 至 2008 年比三項指標略有上升，詳細如 2004-2008 年使用效率趨勢圖所示。



圖三 台灣資源使用效率趨勢圖

4.3.2 跨期效率分析

Malmquist 模式主要功能是用來衡量同一個受評估單位在不同期間其生產力變動的情形，同時也可以處理多種投入與多種產出的狀況。

1. 規模效率變動指數而言，整體的平均值為 1.003，因平均值大於 1，表示各縣市整體 2008 年較 2004 年朝固定規模報酬方向改善。
2. 純粹技術效率變動指數而言，整體的平均值為 0.998，因平均值小於 1，表示各縣市整體的生產技術在變動規模報酬的情況下，呈現退步的狀況。
3. 技術效率變動指數而言，整體的平均值為 1.017，因平均值大於 1，表示各縣市整體在固定規模報酬的情況下，其技術是呈現改善的狀況。
4. 綜合技術效率變動指數而言，整體的平均值為 1.001，因平均值大於 1，表示各縣市整體的綜合效率變動呈現改善的狀況。

表五 各縣市Malmquist指數

編號	縣市別	區域別	effch	techch	pech	sech	tfpch
1	臺北縣	北部	1.028	0.994	1.002	1.026	1.022
2	宜蘭縣	北部	1.023	1.023	1.022	1.000	1.046
3	桃園縣	北部	0.987	1.023	0.987	1.000	1.010
4	新竹縣	北部	0.997	1.023	0.995	1.002	1.020
5	苗栗縣	中部	0.994	1.023	0.994	1.000	1.017
6	臺中縣	中部	0.984	1.023	0.983	1.000	1.006
7	彰化縣	中部	0.982	1.023	0.982	1.000	1.005
8	南投縣	中部	0.988	1.023	0.988	1.000	1.010
9	雲林縣	中部	0.977	1.023	0.978	1.000	1.000
10	嘉義縣	中部	0.993	1.023	0.993	1.000	1.016
11	臺南縣	南部	0.986	1.023	0.986	1.000	1.008
12	高雄縣	南部	1.002	1.023	1.002	1.000	1.025
13	屏東縣	南部	1.007	1.013	1.003	1.004	1.020
14	臺東縣	東部	1.005	0.998	0.997	1.008	1.003
15	花蓮縣	東部	0.984 ^E	1.023	0.984	1.000	1.006
16	澎湖縣	中部	1.027	1.015	1.000	1.027	1.042
17	基隆市	中部	1.000	1.005	1.000	1.000	1.005
18	新竹市	北部	0.984	1.022	0.987	0.997	1.006
19	臺中市	中部	1.002	1.017	1.014	0.989	1.020
20	嘉義市	中部	1.053	0.993	1.048	1.005	1.046
21	臺南市	南部	1.014	1.021	1.011	1.002	1.035
22	臺北市	北部	1.000	1.022	1.000	1.000	1.022
23	高雄市	南部	1.011	1.023	1.011	1.000	1.034
平均			1.001	1.017	0.998	1.003	1.018

5. 總要素生產力變動指數整體的平均值為 1.018，因平均值大於 1，表示各縣市整體在總要素生產力變動指數的情況下，其技術是呈現改善的狀況。
6. 總要素生產力變動指數較差：雲林縣(1.000)、台東縣(1.003)、彰化縣(1.005)、基隆市(1.005)。
7. 由結果看總要素生產力變動指數較佳：嘉義市(1.046)、宜蘭縣(1.046)、澎湖縣(1.042)、臺南市(1.035)、高雄市(1.034)、高雄縣(1.025)。

4.4 環境變數對資源使用效率之影響

我們使用各縣市的整體技術效率(OTE)與影響效率的環境變數作 Tobit 迴歸，本研究環境變數有：高等教育人口比率(大專及以上)(%)、人口密度(人/km²)、人均可支配所得(NTD)、工廠密度(家／km²)、機動車密度(台／km²)、各縣市預算總支出(千萬元)、各縣市中央地方政黨是否一致、各縣市是否有科學園區、各縣市是否為都會區等係數，加上環境變數檢定，結果分析如下：

表六 環境變數對資源使用效率之 Toboit 迴歸

變數	係數	標準誤	P 值	顯著水準
常數項	0.32522	0.05604	<0.00001	***
高等教育人口比率(大專及以上)(%)	0.00296	0.00141	0.03580	**
人口密度(人/km ²)	0.00022	0.00004	<0.00001	***
人均可支配所得(NTD)	0.00000	0.00000	<0.00001	***
工廠密度(家／km ²)	-0.02515	0.00255	<0.00001	***
機動車密度(台／km ²)	-0.00018	0.00004	<0.00001	***
各縣市預算總支出(千萬元)	0.00001	0.00001	0.08960	**
中央地方政黨是否一致	-0.01213	0.01321	0.35830	
是否有科學園區	-0.08029	0.01390	0.00001	***
是否為都會區	0.01467	0.05807	0.80060	

註：*為 p 值<0.1，**為 p 值<0.05，***為 p 值<0.01。

如表六所示：(1)高等教育人口比率、(2)各縣市人口密度、(3)人均可支配所得、(4)工廠密度、(5)機動車密度、(6)各縣市預算總支出及(7)有科學園區等 7 項變數，有與各縣市資源使用效率具有顯著正向影響，即各縣市之高等教育人口比率高、人口密度越高、人均可支配所得越高、工廠密度越高、機動車密度越高、各縣市預算總支出及有科學園區的縣市其資源使用效率越高。



第五章 結論與建議

5-1 結論

地球暖化結果造成氣候極端現象，節能減碳是近年世界潮流所趨，也是我們即刻應解決的問題。本研究探討2004 - 2008年期間，研究對象為台灣各縣市及澎湖等23個縣市，使用能源效率及生產力之研究。利用DEA及DEA-Malmquist模型中有一項產出各縣市總所得及六項投入各縣市就業人口、電力用電量、家庭電燈用電量、其他非家庭電燈用電量、汽油用油量、柴油用油量，發現台灣各縣市的使能源效率極度缺乏效率，尚待改善以提高效率。

一、利用DEA研究方法，發現2004 - 2008年期間單期分析結果，以各年度分析，2004-2007年各縣市資源使用整體效率為1，有2個的縣市基隆市、台北市，2008年各縣市資源使用整體效率為1，有3個的縣市基隆市、台北市、澎湖縣等；2004-2008年各縣市整體效率台中縣最差。得知道尚有多數縣市須提高效率，以改善進步空間。

二、利用Malmquist 效率分析，發現2004 - 2008年期間，總要素生產力較佳區域(排名前六名)為南部區域，其中南部地區有三個縣市(臺南市、高雄市、高雄縣)占總要素生產力變動指數較佳縣市之50%。在研究期間內台灣南部縣市之總要素生產力有提高趨勢。

三、依環境變數迴歸結果發現：各縣市高等教育人口比率、人口密度、人均可支配所得、工廠密度、機動車密度、預算總支出及有科學園區等7項環境變數與資源使用效率呈正向關係，故逐項說明如下。

- (1) 高等教育人口比率高：接受高等教育人口比率越高，願意提倡節約能源，因此能源效率高。
- (2) 各縣市人口密度：人口密度集中、市場集中，生產效率集中，故能源效率佳。
- (3) 人均可支配所得：人均可支配所得越高，技術效率有越高趨勢，使用能源效率越佳。

- (4) 工廠密度：工廠密度越高，人員、材料集中容易管理，故使用資源效率越佳。
- (5) 機動車密度：機動車密度越高，都會區中車輛、人員集中，車輛密集運輸容易，所以資源效率越好。
- (6) 各縣市預算總支出：縣市預算總支出越高，縣市人民消費越高，視同技術效率越高，資源使用效率越高。
- (7) 有科學園區：縣市內有科學園區與工廠密度越高相似，有專業人員、申請廠登記，簡捷統一管理、工廠集中容易管理，使用資源效率一定良好。

5-2 建議

研究中我們希望能找出能源效率偏低原因及改善對策方法來改善能源，以達成政府政策，節能減碳為目標。我們提出二項建議事項說明如下。

一、建議改善資源使用效率：

我們研究中發現電力用電量、家庭電燈用電量、其他非家庭電燈用電量、汽油用油量、柴油用油量等，台灣各縣市的使用能源效率缺乏效率。因此，我但建議在都會區、商業區考量改善能源效率，例如使高效能的大樓冷氣及空調設備、提高辦公大樓照明，使用高效率或 LED 燈具等；工業區使用再生能源、汽電共生等能源再利用等；農村地區、漁牧區域性，使用農機、傳動機械、汽機車等改進機動傳遞效率，以挽救汽、柴油的使用，讓台灣留給下一代有個清潔乾淨的生活環境。

二、節約能源由教育做起：

節約能源是國家富強的重要政策，首先我們要建議各縣市政府針對路燈用電加強管理，例如台灣各地區經常看到白天路燈放亮，民眾反映無效，誤為台電公司管理部門疏失，其實路燈管理部門係為各鄉鎮公所所管轄，因路燈已向台電公司申請用電種類以包燈供電，也就是每月以路燈盞數計算電費，每天不論使用時間，每月統一計價。因此，經常看到白天路燈放亮，白天路燈逾時用電，與電費無關，相關部門無法可管，

也說成為浪費能源效率主要原因。

本論文發現台灣多數縣市之汽、柴油使用效率偏低，台灣地方政府應積極的空污改善措施與落實空污防制相關作為（王淑美2010年農業與經濟學會期刊）。因此，建議地方政府落實執行移動污染源檢測工作，以提高汽、柴油使用效率。建議都會地區，提高大眾運輸之基礎建設，建議都會地區能利用大眾運輸，除考量空氣污染環保外，更可以提高汽、柴油使用效率。其他大眾運輸環境尚未完備地區，則應以綠色途徑增加公共運輸之基礎建設。

綜合以上所述，我們現階段建議應立即辦理事項，由教育部及經濟部推動能源教育及宣導，使全國人民對節約能源能共同認識，並共同參與，建議方法如下：

（一）國中小的基礎教育：

配合教育部教材之修訂，例如教材綱要中編列「隨手關燈」、「節約能源」等相關內容等，並能辦理源教育之教師研習活動，使能源教育由基礎教育做起。

（二）一般民眾教育：

每年舉辦節約能源表揚活動，宣導節約用水、用電、用油、能源回收及環境保護等活動。利用公教機構展示各國改善能源科技發展情形，鼓勵民眾參與。

（三）專業師資教育：

- (1) 公私立學校增設相關科系。
- (2) 辦理專業「能源管理人員」教育訓練，並取得相關證照。
- (3) 推動能源科技專案研究及鼓勵國人踴躍參與國際會議，培訓專業人才。

參考文獻

- Banker, R.D., Charnes A. and Cooper W.W. (1984), "Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis," *Management Science*, 30, 1078-1092.
- Bureau of Energy, Ministry of Economic Affairs (2007), Energy Statistics. Website (<http://www.moeaboe.gov.tw/>)
- Charnes, A., Cooper, W. W. and Rhodes, E. (1978), "Measuring the efficiency of decision making units," *European Journal of Operational Research*, 2, 429-444.
- Chien, T. and Hu, J.L. (2007), Renewable Energy and Macroeconomic Efficiency of OECD and Non-OECD Economies. *Energy Policy* 35, 3606-3615.
- Coelli, T., D.S.P. Rao, C.J. O'Donnell and G.E. Battese, 2005. An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis, 2nd ed., New York: Springer.
- Farrell, M. J. (1957), The measurement for productivity efficiency, *Journal of Royal Statistical Society, Series A*, 120, 253-281.
- Hu, J.L. and Kao C.H. (2007), Efficient Energy-Saving Targets for APEC Economies. *Energy Policy* 35, 373-382.
- Hu, J.L., Wang S.C. and Yeh F.Y. (2006), Total-Factor Water Efficiency of Regions in China. *Resources Policy* 31, 217-230.
- Hu, J.L. and Wang S.C. (2008), "Total-Factor Energy Efficiency of regions in Japan." *Energy Policy*, 36, 821-833.

Hu, J.L., Lio M.C., Yeh F.Y. and Lin, C.H. (2011), "Environment-adjusted Regional Energy Efficiency in Taiwan," *Applied Energy*, 88(8), 2893-2899.

Taiwan Power Company, (2007), Important Sales Data from Past Years. Website (<http://www.taipower.com.tw/>) .

