

第一章 緒論

1-1 研究動機

由於台灣地區工商業的持續發展，以及機動車輛數目的快速增加，造成空氣污染情況的日益嚴重。由於民眾無時無刻都與空氣接觸，因此對於空氣品質好壞的感受也較其他污染物類型來得強烈，以民國 92 年重大公害糾紛案件統計為例，空氣污染所佔比例為 18.2%（環保署, 2004），為主要污染類型（空氣污染、水污染、廢棄物污染、毒化物污染）中的第一位。

有鑑於空氣污染情況的嚴重性與重要性，環保署自民國 76 年成立後，便積極以行政管理及經濟誘因兩方面分別提出各項行政措施，期能改善台灣地區日益惡化的空氣品質，並提供民眾一個良好的生活環境。在行政管制上，環保署除制訂各污染物的排放標準、設立專責人員、建立固定污染源申報許可制度外，並積極針對重點污染源及接受民眾檢舉等方式來進行污染源稽查，上述措施並獲得了一定之成效。在空氣品質監測上，行政院環保署自民國 77 年起推動第二代「台灣地區環境空氣品質站網設置計畫」，並針對台灣地區各地污染特性、地形及氣象條件等，將台灣地區劃分成 7 個空氣品質區。這 7 個空氣品質區包括了：北部空品區（基隆市、台北市、縣及桃園縣）、竹苗空品區（新竹市縣及苗栗縣）、中部空品區（台中市縣、彰化縣及南投縣）、雲嘉南空品區（雲林縣、嘉義市縣及台南市縣）、高屏空品區（高雄市、縣及屏東縣）、宜蘭空品區（宜蘭縣）及花東空品區（花蓮縣及台東縣）。在經費有限的情況之下，環保署並在台灣地區各地設置空氣品質監測站，以收集各地區的空氣品質資料，並於民國 82 年起正式運轉，迄今已設置了合計 80 座各式類型的空氣品質監測站（見圖 1-3）（環保署網站, 2005）。



圖 1-1 不同類型的空氣污染問題（點源與面源）（本研究實地攝影）



圖 1-2 典型的空氣污染監測站（本研究實地攝影）



圖 1-3 台灣地區各縣市空氣品質監測站數分佈圖（資料來源：環保署（2004））

在經濟誘因上，政府根據污染者付費的管理原則，針對固定與移動性污染源徵收「空氣污染防制費」來作為空氣品質區域內減量改善行動之經費來源，並補助各縣市環保局推行環保綠林大道等有利於空氣品質改善等維護計畫。

根據目前國家環境保護計畫，台灣地區未來的空氣污染排放量仍須進一步削減，預計至民國 100 年各類污染物排放量，將削減為民國 80 年年排放量的二分之一以下。為了達到此一目標，各縣市如何有效率地運用空氣品質維護有限經費與人力便成為施政上一個十分重要的課題。台灣地區空氣品質管制目標與現況如圖 1-4 所示。

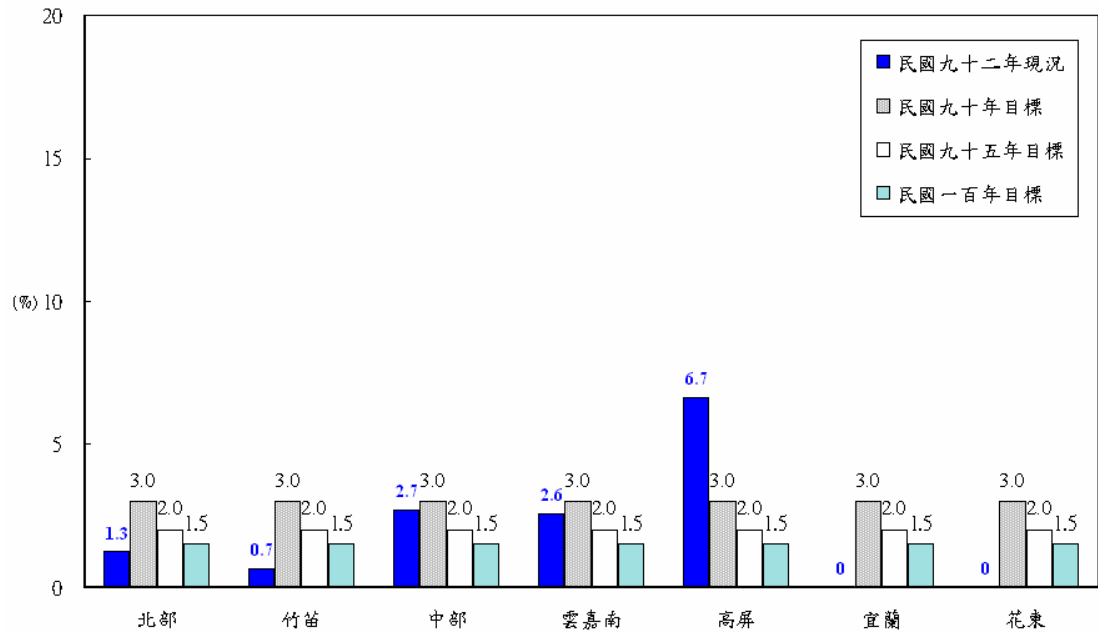


圖 1-4 台灣地區各空品區空氣品質現況與改善目標
(資料來源：環保署網站, 2005)

為了有效瞭解各縣市政府在空氣品質維護工作上的效率，本研究擬針對此一課題進行不同假設狀態下研究與探討。所謂環境績效評估 (environmental performance evaluation) 係指對於組織環境績效進行量測與評估的一種有系統的程序。環境績效評估主要為一種持續性 (包括過去、現在及未來) 資訊收集與評估的作業，其檢討的對象是組織的管理系統、作業系統及周圍環境狀況。環境績效評估可以輔助環境管理者檢討其管理成效，並進而使組織投入的資源更能有效發揮，但兩者並不一定有必然的關係 (申永順, 2000)。

由於台灣地區各縣市政府環保機關對於空氣品質維護績效多以空氣污染指標作為其績效衡量標準，極少針對所謂空氣品質維護工作的投入產出效率進行分析，因此實有必要針對過去各縣市政府環保經費等投入項目與空氣品質等產出項目之經營效率作為本研究的探討重點，期能將上述結果提供中央環保主管機關 (決策者) 作為評量各縣市政府空氣品質維護資源投入管理上的施政參考。

1-2 研究目的

本研究主要在透過投入與產出的比較，提出方法並分析結果，並達成下列幾項目的：

1. 建構現今台灣地區各縣市政府空氣品質維護投入與產出之相關指標。
2. 探討建立空氣污染指標 (pollutant standard index, 簡稱 PSI) 及併入民眾陳情案件數等單一或多重績效指標，建立模型並分別計算台灣地區各縣市空氣污染維護之績效差異。
3. 收集並計算台灣地區各縣市政府空氣品質現有監測結果，並透過比較分析來探討各縣市政府空氣品質資源投入 (環保經費與人力) 所發揮的效果，上述結果並可提供作為決策者日後決定環境保護施政方向的重要參考。
4. 說明並比較台灣地區各縣所在區域全年空氣品質高污染天數比例維護改善目標值之合理性。

本研究的目的是在於將環境保護之資源投入利用資料包絡分析法 (data envelopment analysis, DEA) 作為其產出效率值之分析工具，並蒐集近幾年台灣地區各縣市空氣品質相關經費人力投入與空氣品質之相關數據，以便估算投入及產出之關係，進而評估受評單位使用資源之效率值，並由相對效率之比較，提供決策者調整資源分配之相關方式。資料包絡分析法最大特色在於利用實際的投入、產出數據作分析，有別於其他實證研究之問卷資料，資料包絡分析法較具公信力，也不需人為主觀賦予權數，較符合公平原則，分析的結果可提供決策者作為效率改善的參考 (黃先鋒, 1997)。

1-3 研究對象

本研究中擬針對過去五年來 (民國 88 年至民國 92 年台灣地區 23 縣市政府空氣品質維護績效進行評估，並針對不同的輸入與輸出假設案例進行不同的比較分析。

1-4 內容架構

本研究內容主要區分為六章，各章的主要內容概述如下：

第一章為緒論，說明研究動機、研究目的、內容架構、研究流程等內容。

第二章為文獻回顧，主要透過國、內外文獻的整理，選取適當的內容，作為第三章研究方法的基礎。包含台灣地區空氣污染防治工作之歷史沿革、短期及中期空氣品質維護之績效指標，以及以往利用 DEA 在評估非營利組織上的相關研究，並從中整理出可供本文建置相關評估模型的立論依據。

第三章為研究方法，主要在描述本研究所使用資料包絡分析法的起源、基本概念予以介紹，並就本研究使用模式進行說明，並就本研究所選用之資料樣本及統計期間、投入變數、產出變數予以定義，並在不同的假設考量下，選擇不同的評估模型進行模擬評估。

第四章為實例分析，針對投入產出項目的數據資料進行說明，說明 DEA 軟體相關的設定數據。

第五章為結果說明。其內容在說明不同假設條件下的模型狀態下以 DEA 所計算的結果。除了說明各縣市的效率表現進行各年度比較外，並分析說明各縣市各年度全年空氣高污染天數比例（PSI>100）的管制目標值與實際值的差異。

第六章為結論與建議。主要針對本研究所獲得之實際結果進行總結並提出相關政策改善之結論與建議，上述研究結果除期望能提供環保署及各縣市環保單位瞭解各縣市在空氣品質維護的效率與效果外，並可作為日後各縣市政府環保機關檢討其投入經費與產出之間如何獲取適切的平衡之資訊來源，期能在有限的資源投入下有效率地維護該地區的空氣品質。

1-5 研究流程

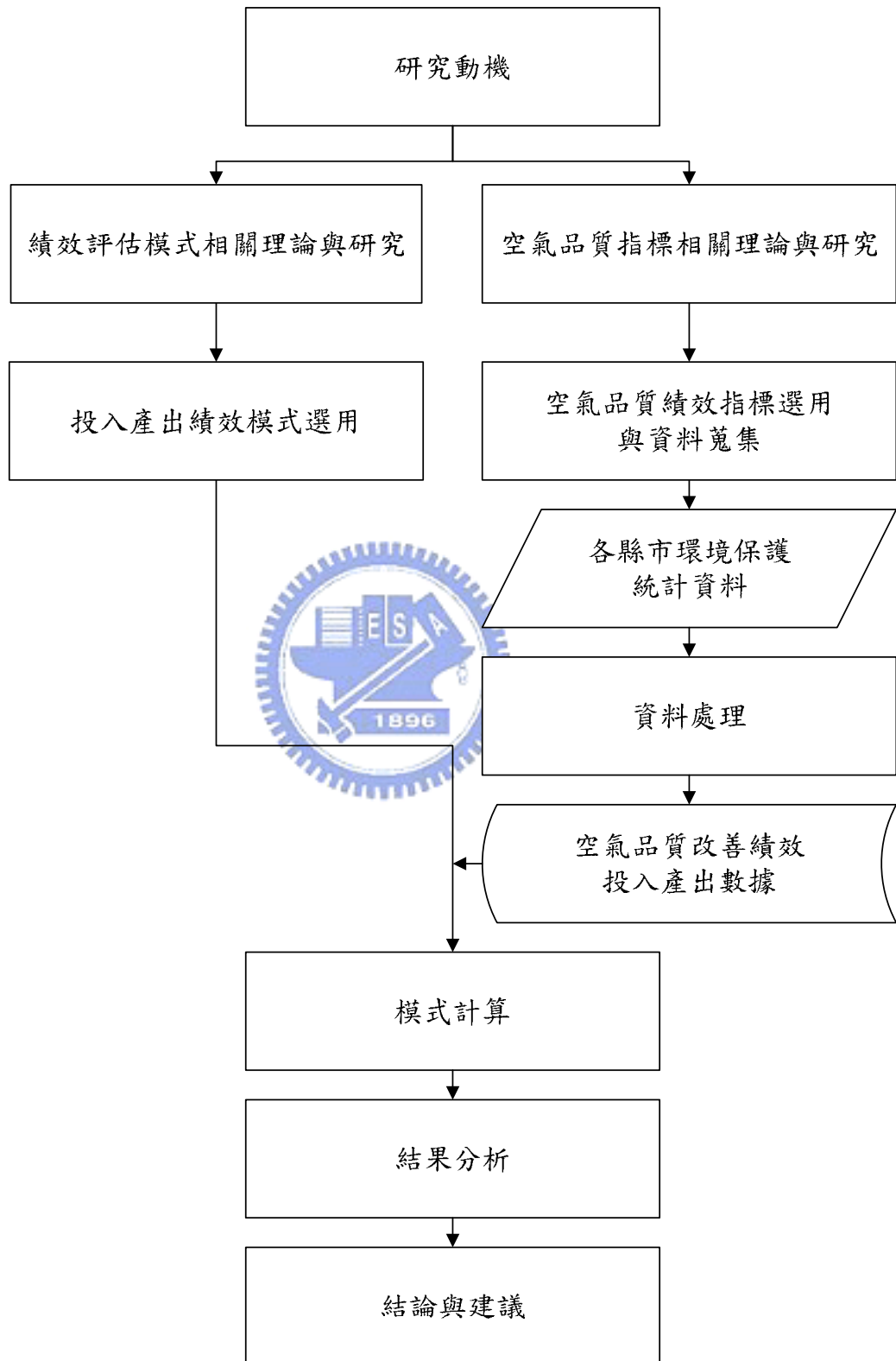


圖 1-5 本研究流程與內容架構

第二章 文獻回顧

本章主要在針對台灣地區空氣污染防制現況以及環境績效指標的發展過程與評估方法進行說明，以作為協助建立本研究中所使用研究方法之立論基礎。

2-1 台灣地區空氣污染來源與防制現況

2-1-1 空氣污染的主要來源

由於空氣污染排放源之種類與來源眾多且排放量亦大小不一，在實際調查工作上無法對其逐一實測，所以在空氣品質監測上的實際做法主要將人為排放的污染源依其特性概分為以下三大類（張璞，1991）：

1. 點源：大型之固定污染源。
2. 線源：泛指一般機動車輛污染物之排放。
3. 面源：小型之固定污染源以及車輛以外之移動性污染源。

以上三類之詳細區分可見表 2-1 所示。

表 2-1 污染源之分類方式

第一種分類方式			第二種分類方式				
			點源	線源	面源		
固定污染源	燃燒	燃料燃燒	發電廠、煉油廠	◎			
			工商業	◎		◎	
			住宅			◎	
		非燃料燃燒	垃圾焚化爐	◎			
			都市垃圾露天燃燒			◎	
			廢五金露天燃燒	◎			
	非燃燒	工業製程	石油煉製業、鋼鐵與煉焦、礦業、煉焦業、食品製造業、飲料及煙草製造業、紡織業、木紙業、化工業、非金屬製造業、鋼鐵基本工業、混凝土拌合業、運輸工具製造修配業、其他製造業	◎		◎	
		逸散性粒狀物	道路行駛揚塵(鋪面、未鋪面) 營建施工(道路、建物) 農耕整地 礦場開挖			◎	
			大型堆集儲存場	◎		◎	
			逸散性碳氫化合物	油品之逸散性排放	◎		◎
		有機溶劑		◎		◎	
		生物源				◎	
		移動污染源	公路運輸工具			◎	
			非公路運輸工具	農業機械 施工機具 鐵路機關車、航空器 船舶			◎

資料來源：張璞（1991）

2-1-2 主要空氣污染物特性說明

目前台灣地區主要以 PM₁₀、SO₂、CO、與 O₃ 作為空氣品質監測站規劃之指標污染物，上述空氣污染物之特性簡述如下：

1. 懸浮微粒 (PM₁₀)

懸浮微粒對人體健康的影響主要有兩方面，第一種屬於物理性的傷害，懸浮微粒若進入人體肺部而長存於肺中，可以因為物理性的刺激而造成肺部的傷害，進而影響整個肺細胞的功能，導致肺部纖維化，甚至產生癌症。第二種是屬於微粒中帶有有毒的東西。在有機物方面，像致癌性有機物，如苯等。

由於人體的呼吸道，由鼻孔一直到下呼吸道之間的管徑，經過層層分支，且由大至小有巨大的變化，所以只有在懸浮微粒粒徑小於 10 微米的情形下，才有可能進入肺部的氣管、支氣管及肺泡裡面，而大於 10 微米之懸浮微粒會被鼻毛及呼吸道中的清除機制將其排除。會對肺部造成傷害的無機鹽類，像硫酸鹽、硝酸鹽這些成份、它們存在的粒徑往往小於 10 微米、平均直徑在 1 微米左右、非常容易進入肺部深處，靠著氫離子作用傷害肺部細胞。

3. 一氧化碳 (CO)

一氧化碳危害人體，主要乃因其干擾氧氣由肺輸送到人體細胞之過程。人體內血紅素 (Hb) 的基本功能是運送氧氣和二氧化碳，血紅素除了和氧氣形成氧合血紅素 (HbO) 之外並可與一氧化碳結合，且親合力約為氧的 200 倍，因此當人體吸入一氧化碳之後，一氧化碳即取代氧而與血紅素結合成一氧化碳血紅素，使運送至全身各組織之氧量減少，造成腦組織缺氧，首先會出現知覺及思考力減低的現象，進而使反射動作減緩，然後會有暈眩，無力且昏昏欲睡之症狀，嚴重者會因心臟衰竭或窒息而死。

3. 二氧化硫 (SO₂)

二氧化硫極易溶於水，當其進入鼻孔後，馬上就被鼻腔與上呼吸

道的濕潤表面所吸收，故尚可保護用鼻子呼吸的人來抵抗高濃度的二氧化硫。但是當身體活動或工作負荷提高時，已患有上呼吸道疾病的人，如慢性支氣管炎、慢性阻塞性肺炎、或是慢性氣喘的病人，其呼吸途徑不再只是單純經由鼻孔，而是趨於口鼻並用，因此使二氧化硫在上呼吸道的清除率大減，而侵入下呼吸道，使其影響到肺功能的機會大增。

二氧化硫對呼吸道黏膜具有刺激性，其對健康的影響與吸入量的多寡有關，人類長期暴露於二氧化硫的環境下，較易有咳嗽，呼吸短促、支氣管炎、疲倦、長期傷風的症狀。二氧化硫加上懸浮微粒，對人體健康較二氧化硫或懸浮微粒單獨的影響更大，因為小粒徑的懸浮微粒，會攜帶著二氧化硫，有較大的機會進入肺部深處因而對人體產生極大危害。

5. 臭氧 (O₃)

臭氧為眾多光化學污染物中之指標物種，臭氧及其它光化學氧化物對呼吸系統及眼睛具有刺激性，吸入時會刺激呼吸道並產生急性症狀，像鼻炎、咳嗽、呼吸道乾燥、頭暈目眩等。重者會有肺水腫、肺出血的情形。

大氣中臭氧濃度若超過 0.1ppm 即對眼睛有刺激作用，若達 0.15ppm，則可能引起更多氣喘的病例，當達到 0.37ppm 暴露 2 小時，則可能使正常人的肺功能降低。對老人、小孩、病患及胎兒易造成健康影響。吸入臭氧可能降低動作能力，導致運動失調。若持續性暴露在低濃度的臭氧情況下，會有食慾減退、頭痛、疲勞等症狀，並會引起支氣管炎，及肺功能障礙。

5. 二氧化氮 (NO₂)

二氧化氮是燃燒過程中所生氮氧化物 (NO_x) 的主要空氣污染物，主要成分為一氧化氮 (NO) 與二氧化氮 (NO₂)。二氧化氮是一種腐蝕性高和氧化能力強的淺啡色氣體，濃度高時會含刺激性酸味。二氧

化氮可和活躍的有機化學物質如揮發性的有機化合物，在陽光下生成臭氧。

2-1-3 空氣品質狀態指標

不同空氣品質監測站種類其所著重監測之空氣污染物種類亦不相同，目前台灣地區空氣品質監測站網下一般大氣監測站所監測之物種有SO₂、CO、O₃、PM₁₀、NO₂、NMHC、THC等。目前在衡量該地區空氣品質狀態指標主要PM₁₀、SO₂、CO、O₃、與NO₂之監測值所對照之空氣污染指標（PSI）來決定該地區當日之空氣污染之輕重程度。

PSI的計算是依據監測資料將當日空氣中懸浮微粒（PM₁₀）（不包括粒徑10微米以上之粗粒子）、二氧化硫（SO₂）濃度、二氧化氮（NO₂）濃度、一氧化碳（CO）濃度及臭氧（O₃）濃度等量測數值，以下表的分段線性方程式（插補法）換算為副指標值，再以當日副指標值之最大值作為該測站當日之空氣污染指標（PSI）。

表 2-2 空氣污染物副指標數值與污染物濃度對照表

副指標	懸浮微粒	二氧化硫 (SO ₂)	一氧化碳 (CO)	臭氧(O ₃)	二氧化氮 (NO ₂)
	24小時平均值 (µg/m ³)	24小時平均值(ppm)	8小時之最大值(ppm)	小時最大值 (ppm)	小時最大值 (ppm)
50	50	0.03	4.5	0.06	—
100	150	0.14	9	0.12	—
200	350	0.30	15	0.2	0.6
300	420	0.60	30	0.4	1.2
400	500	0.80	40	0.5	1.6
500	600	1.00	50	0.6	2.0

資料來源：環保署網站（2005）

根據目前美國環保署(USEPA)的定義，指標值在100以下者(含)即表示該測站當日空氣品質符合美國環境空氣品質標準中之短期(24小時或更短)之平均值，指標值在100以上之日依美國環境保護署之研究結果代表，對身體不好而較敏感的人會使其症狀更加惡化，PSI指標值和健康的影響關係分為以下五個等級：

表 2-3 空氣污染指標值對於人體健康的影響

指標值	空氣污染狀況	對於人體健康的影響
0 至 50	良好 (good)	沒有影響
51 至 100	中等 (moderate)	對於一般人沒有影響
101 至 199	不良 (unhealthy)	預料不會有急性的健康影響，但長時間在這空氣污染水平中，可能引發慢性不良影響。
200 至 299	極不良 (very unhealthy)	患有心臟或呼吸系統毛病者的健康情況可能輕微轉壞，而一般人或許會稍感不適。

資料來源：環保署網站 (2005)

2-1-4 環保署空氣污染防制施政計畫

根據環保署所公布的施政計畫，目前台灣地區空氣污染管制工作內容重點主要有下列幾點 (環保署網站, 2005)：

1. 空氣品質改善及空氣污染防制政策規劃與推動：針對空氣污染防制法相關法規進行研擬制定，評估空氣品質監測站網及測站代表性，並分析空氣品質趨勢及研擬對策，劃定空氣污染防制區、規劃空氣污染總量管制及空氣品質惡化緊急應變體系相關工作執行。
2. 推動國際性的環境保護工作：積極推動臭氧層保護、溫室效應防制策略、酸雨防制等及空氣污染相關國際環保公約之因應與交流活動。
3. 固定污染源管制：行政管制方面，除訂定各行業別排放標準及加強稽查外，並建立許可制度、輔導作業、油品管制及考核補助縣市執行空氣品質改善計畫管理制度。在經濟誘因方面，為鼓勵業者主動改善，已依實際排放量徵收污染防治費，少排放污染即少繳費，並訂定空氣污染防治費減免辦法及空氣污染減量獎勵金等。
4. 移動污染源管制：主要是依法規要求，執行新車審型空氣污染

的審核與檢查，新車抽驗外，持續實施機車排氣定檢制度，並積極推廣使用清潔替代燃料，(如 LPG 等)及低污染車輛(如電動輔助自行車及低污染噴射引擎機車等)，以減少廢氣排放污染。

2-2 環境績效評估的相關研究

2-2-1 績效評估

績效評估 (performance evaluation) 的概念最早始於十九世紀初期，蘇格蘭的紡織工廠老闆以記事簿來記錄員工每日的勤務狀況，並以顏色來表示其工作成績。1917 年由 Walter Dill Scott 導入於美國陸軍，到 1919 年開始應用於民間企業，以績效考核制度來評估員工工作之表現，並於 1923 年在美國公務機關實施，至 1950 年起大為盛行，被列入企業評估其競爭力之重要工具 (秦維豪, 2004)。

根據管理理論可知，管理功能包含規劃 (planning)、組織 (organizing)、領導 (leading) 以及控制 (controlling) 等項目。



圖 2-1 管理功能 (資料來源：Robbins (1994))

由於控制的過程包含了績效的衡量與所目標的比較，所以整個控制機制之發端乃始於實際績效的衡量，唯有反應績效好壞方能重新檢討資源的運用並擬定新的策略，進而提升組織的競爭力。因此績效評估對於組織而言有其重要性。一方面績效評估的結果可以顯示組織對於資源運用的效率與效果。所謂績效的重要內涵為效率 (efficiency) 與效能 (effectiveness)。效率一詞為源自於工程學與物理學的觀念 (Szilagyi, 1984)，著重的是投入與產出的關係，在既定的產出下追求

資源投入的最小化，或是在一定的成本下追求組織的最大化。因此績效評估在企業管理中一直佔有十分重要的地位。近年來由於政府機關行政效率不彰導致政府施政無法滿足一般民眾的需求，因此績效評估也成為政府機關等非營利性組織評估其施政績效的重要工具。

2-2-2 指標的定義

所謂指標 (indicator) 是一種量測結果 (measurement) 的展現。指標可提供需多關於系統表徵或系統中重要事件的摘要資訊，[Mcqueen and Noak \(1988\)](#) 則將指標定義為「可歸納相關某特定現象的量度，或可合理替代該量度者」。因此指標除可用以量化及簡化複雜系統現象的表述外，亦可用以度量系統的一般狀態及協助瞭解複雜系統的事實真相。

好的指標能夠在問題惡化前適時提出警告，並有助於找出所應改進之處。指標是用來表示問題或狀態的，若有問題產生，指標幫助人決定如何解決問題。[Baat \(1991\)](#) 則認為，永續發展指標應具有兩種特質，即預測性與回顧性。預測性則基於人與環境系統的數理模式，可直接提供有關環境及社經變數在未來的變化與發展狀況資訊，該訊息將作為環境規劃與管理之預行基礎；而回顧性則藉由回顧指標歷史趨向，來檢視既存政策之效應。

優良指標通常具備以下特徵 ([廖述良, 1999](#))：

1. 可持續性。
2. 讓團體成員易於了解。
3. 容易被建立和接受。
4. 結合環境、經濟和社會。
5. 長期觀點。
6. 提昇地方之永續性，但不影響其他地區。
7. 以可信之資料建立而成。

8. 資料及時可得。

指標除了是原始量測資料或經加工處理過的整合資訊外，指標間可再進一步整合行程一個複雜「指數」(index)。所以指數可以泛指整合許多重要指標後所獲致的數值結果，但如果指數遺漏某些相關指標或者指數本身設計不當將會造成錯誤訊息，進而造成錯誤的決策品質。許多經濟學家為了傳統的 GDP/GNP 指數而忽略了經濟對於環境與社會所產生的影響，並進而提出許多改進之道，進而提供決策者更真實與正確的決策資訊。

因此顧名思義，「環境指標」(environmental indicators) 係指由一種或多種環境參數所導引出的相關特徵，藉由環境指標來瞭解環境系統的現況與未來的可能發展。不同應用上的環境指標也有不同的差別，在從屬關係上常以下列三者為代表：

1. 個別指標 (individual indicators) 。
2. 指標群 (clusters) 。
3. 綜合指數 (composite indices) 。

2-2-3 環境指標之發展

由於 GNP 等經濟指標與計量模型僅能反應一個國家之經濟水準，因此在 1970 年代美國環境品質協會成立後，針對環境目標中的衡量系統與污染控制的對象逐漸受到重視，同時從政府到地方媒體等不同團體亦發展一系列相關指標。經過許多的討論與研究，一般認為好的環境指標應具有確定「環境保護目標」(goal)、制訂法規標準 (regulations)、確立指導方針 (guide) 及判定規範 (criteria) 四項原則。

環境指標發展至 1980 年代，由於受「世界自然保護策略」(張益誠, 2001) 的影響，對於環境指標的應用由原先之污染防制逐漸擴大到自然資源的使用與生態保護的領域，因此衡量對象也由原先區域性的環境評估擴展到國家性的永續發展 (sustainable development) 指標評估。

在 ISO 14031 中將環境指標區分為環境狀態指標（environmental condition indicators, ECIs）及環境績效指標（environmental performance indicators, EPIs）兩大類，而環境績效指標又包括管理績效指標（management performance indicators, MPIs）及操作績效指標（operation performance indicators, OPIs），分述如下：

1. 環境狀態指標（ECIs）：提供有關環境條件的資訊，此項指標可幫助組織瞭解本身之產業活動所帶給環境實際或是潛在性的衝擊。但因整個環境的變化並非單一組織活動所造成的結果，故其評估上可能較為複雜。類似狀態指標。
2. 管理績效指標（MPIs）：提供有關管理上努力的資訊，通常以組織所制訂的環境政策、目標及標的為基準，評鑑環境績效是否達到標準，可包括政策、計畫、活動、練習程序、決定和動作等，類似回應指標。
3. 操作績效指標（OPIs）：提供組織有關操作的資訊，通常分為物料、資源、產品及污染物四類，也有輸入及輸出的分別，是企業活動造成環境影響的壓力指標。

根據上述 3 項指標及 ISO 14031 之相關內容將其指標概述及細項整理如表 2-4 (卓雅文, 2001) :

表 2-4 ISO 14031 相關指標及其內容

指標	項目	內容
管理績效指標	環境政策與方案之執行	包括目標標的完成數目、完成訓練和需要訓練員工數目之比例，承包商與供應商執行或通過環境管理系統 (environmental management system, 簡稱EMS) 驗證數目，具拆解、回收再利用設計之產品數。
	管理系統之符合性	包括法規之符合程度，供應商對組織在合約中所指定之需求和期望之符合程度、回應或矯正環境意外所需時間，完成緊急應變之演練次數等。
	財務績效	包括與產品流程有關之環境考量面支出、環境改善計劃之投資報酬、由降低資源使用或污染預防、廢料回收所省下開支等。
	社區關係	包括社區關於環境相關事務之詢問和評論數、組織環境績效之媒體報告數、具保育野生動物計劃之場址數目、具環境報告之廠址數目、贊助或建造地方清除與回收計劃數等。
操作性績效指標	物料量	包括單位產品所使用物料量、回收再利用之物料量、單位產品所丟棄之包裝材料使用量、生產過程中所耗用物料量、生產過程中之有害物使用量、再利用水量、單位產品用水量等。
	能源量	包括每年或每單位產品使用之能源、每一服務單位顧客所使用之能源、每一種型態能源之使用量、副產品或生產線上所產生之能源量、由能源節約方案所節省下來之能源量等。
	組織運作相關服務	包括合約服務供應商所使用之有害物質量、合約服務供應商使用之清潔劑量、合約服務供應商所使用可回收及可再利用物質的量、合約服務供應商所產生之廢棄物種類或量等。

表 2-4 ISO 14031 相關指標及其內容 (續)

操作性績效指標	硬體設施與設備	包括設備中其組件設計易於拆解，回收和再利用之數目、特定設備在一年中運作之時數、每年發生緊急事件（例如：爆炸）或非常態運作（例如：關閉）之件數、具有污染減量配備之車輛數、每年設備預防維修之時數等。
	供應與運輸	包括車輛之平均耗油量、每日運輸之貨物遲送件數、具有污染防治配備之車輛數、經由其他運送方式所節省之商旅數、由運送方式所節省之商旅數等。
	產品	包括流通在市場具有減低有害性質之產品數、可以回收或再使用之產品數、產品可以回收或再使用部分之百分比、不良品之產生率、產品使用壽命、有環境安全使用和棄置說明之產品數。
	組織所提供之服務	包括每平方公尺所使用之清潔劑用量（就供應清潔服務之組織而言）、耗油量（就其服務為運輸之組織而言）、因改善流程所售出之執照件數（就提供技術證照之組織而言）、和環境有關之信用風險評估數（就提供財務服務之組織而言）等。
	廢棄物	包括每年或每單位產品廢棄物量、每年產生之有害、可回收、可再利用之廢棄物量、棄置之廢棄物總量、貯存於現場之廢棄物等。
	污染物排放	包括廢氣排放，如：每年特定排氣量、每單位產品之特定廢氣排放、具潛在破壞臭氧層物質之排氣量等。包括廢水排放，如：每年排放之特定物質、每單位產品排放至水中之特定物質、每單位產品送至掩埋場之物料量。
環境狀態指標	區域性、國家性或全球性環境狀態指標	如臭氧層厚度、全球平均溫度、海洋魚類種類多寡等。
	地區或區域性環境狀態指標	如空氣、水體、土地、植物、動物、人類及景觀、古蹟與文化等狀態指標。

由於不同污染類型（例如：空氣污染、水質管理等等）與不同類型的環境績效指標在重要性決定與輸出資料蒐集上仍存有相當多的爭議與困難，因此本研究將僅針對有關管理績效指標與環境狀態指標作為環境績效評估所探討的重點，進而比較各縣市政府環境品質維護效率之良莠。

此外由於目前所謂綜合性環境指標、甚至所謂永續發展指標（sustainable development indicator）多以國家為受評估單位，此與本研究中僅針對台灣地區各縣市空氣品質維護之績效評量尺度上並不相符，因此本研究將僅針對台灣地區各縣市政府對於空氣品質維護之績效進行相關評估。

2-2-4 非營利機構績效評估的相關研究

由於政府機關屬於非營利機關，其服務對象為一般民眾，該組織並無一般企業以金錢上的盈虧作為其績效指標的現象。因此對於所謂績效評估的方式與一般民間企業以金錢產出作為其績效指標（例如：獲利率）並不相同。

張保隆、黃旭男與沈佩蒂（1997）針對台灣地區 46 個社會福利機構以 DEA 進行組織績效之研究。在投入項目選取每百萬基金人力、基金成長數、設備為評估對象，產出項目則選取發放獎學金金額數、舉辦文教活動數量、每百萬基金從事急難與災害救助、醫療補助、慈善捐款之金額數及每百萬基金從事個案輔導人次或收容孤苦無依之人次為評估對象。研究結果顯示由民間/宗教團體所支持之基金會較由企業/官方所支持之基金會具有較高的營運績效。

魏清圳、胡毓彬、李博文（2000）針對縣市政府開闢財源績效作為補助基準之研究，選擇 87 及 88 年度台灣省 21 個縣市政府（未包含台北市與高雄市）為樣本，選取與開闢財源績效相關之五個投入項，包括人事費、業務費、設備費、投資財務支出、欠稅應清理數，二個產出項為徵起欠稅數及非稅課收入，以資料包絡分析法計算其績效值，結果發現各縣市政府人事費、設備費及投資支出偏高。相對的亦

有半數以上之縣市政府更需積極開源，需增加非稅課收入財源來提升技術效率。

2-2-5 環境績效評估的相關研究

有關環境績效評估的相關研究，廖金環（2003）針對台灣地區 23 個縣市為研究對象，透過專家訪談建立投入產出指標項目，選擇垃圾處理人力、垃圾處理車輛數、垃圾管理經費、資源回收機構數等 4 個指標，產出項則選取垃圾清運量及資源回收量 2 項指標，然後結合灰色關聯分析及資料包絡分析等相關理論基礎，建構客觀之多目標規則整合績效評估模式。根據國內資源回收政策執行現況建立績效評估指標，在投入項方面。結果發現台北縣等 8 個縣市為相對有效率，其他邊緣非效率者有新竹縣等 14 個，僅有高雄市 1 個縣市屬於明顯非效率單位。再針對 8 個有效率的縣市再進行單一產出資源回收量的評估，結果發現除了台中市以外，其他地區均變成相對無效率。這樣的結果與行政院環保署 90 年全國執行機關績效評估考核結果相近，顯示該評估與事實貼近。

目前在研究有關台灣地區各縣市環境品質改善績效的相關研究上並不多。黃旭男、唐先楠（1996）利用 Charnes, Cooper and Rhodes（1978）所發展的 DEA 效率評估模式提出衡量環境品質的方法，並以分別評估台灣地區各縣市在民國 79 年至 81 年間環境品質的相對變動趨勢，其所選用的環境品質衡量指標如表 2-5 所示：

表 2-5 不同類別環境品質之參考衡量指標

項次	類別	環境衡量指標	單位
1	空氣品質	懸浮微粒	ug / m^3
2	空氣品質	落塵量	ton/km ² /month
3	環境噪音	每萬人口噪音陳情件數	件/萬人
4	廢棄物	每人每日垃圾量	kg/day/人
5	土壤污染	表土砷 (As) 含量	ppm
6	土壤污染	表土鎘 (Cd) 含量	ppm
7	土壤污染	表土鋅 (Zn) 含量	ppm
8	飲用水衛生	飲用水質抽檢不合格率	%

黃旭男、唐先楠（1996）根據上述資料分析結果將台灣地區各縣市的環境品質狀態區分為下列四類：

1. 當期環境品質較佳也較過去改善地區：屏東縣。
2. 當期環境品質中等，與過去惡化程度輕微地區：嘉義市、台中縣、南投縣、雲林縣、嘉義縣、花蓮縣。
3. 當期環境品質中等，與過去惡化程度嚴重地區：彰化縣、台中市、苗栗縣、宜蘭縣及新竹縣。
4. 當期環境品質較差，與過去惡化程度輕微地區：台北市、高雄市、新竹市、台南市、台北縣、台南縣及高雄縣。

而桃園縣、台東縣、基隆市及澎湖縣則由於資料欠缺或結果特殊，並未被歸納為上述四類地區內。

上述研究的最大爭議點在於上述八項環境指標究竟是否能充分代表一個地區綜合性的環境指標，此部分由於部分相關資料的欠缺（主要為土壤污染監測資料之不足），加上部分學者對於綜合性環境衡量指標看法仍存在著部分爭議點，因此綜合性環境指標之訂定目前在學術研究上仍無一定的定論。

程仁宏、林宜德（2000）則針對空氣污染物排放量改善效率之評估，探討台灣地區各縣市政府排放削減量績效評估的研究。研究中主要是先以群落分析（cluster analysis）的方法，將台灣地區各縣市以並以民國 87 年的數據為對象，將各縣市環境負荷指標（當中包含人口密度、車輛密度、工廠密度與能源消耗量四類）以民國 87 的資料區分為表 2-6 所示的三個群落，並以 DEA 計算各群落中各縣市的效率值。其分析結果顯示群落一中以新竹市與台北市分別為為最具效率與最不具效率的兩個縣市。群落二中則以新竹縣、屏東縣與澎湖縣為最具效率的縣市，而台中縣則為最不具效率的縣市。群落三中則以台東縣、花蓮縣與宜蘭縣為最具效率的縣市，南投縣則是最不具效率的縣市。

表 2-6 台灣地區各縣市空氣污染物排放改善集群一覽表

群落	縣市名稱
第一群	台北市、高雄市、台中市、台南市、嘉義市、新竹市、基隆市
第二群	台北縣、桃園縣、新竹縣、苗栗縣、台中縣、彰化縣、雲林縣、嘉義縣、台南縣、高雄縣、屏東縣、澎湖縣。
第三群	台東縣、花蓮縣、南投縣、宜蘭縣

胡均立、張子溥（2005）則以台灣地區各縣市環境變數進行集群分析，並將台灣地區各縣市區分為三個集群三個集群（如表 2-7），並以 DEA 計算與迴歸分析來分析台灣地區各縣市於民國 89 年至 91 年間資源廢棄物清運回收效率進行比較分析。根據研究結果顯示，在第一集群中以新竹縣與新竹市效率最好，台北縣則是最差。第二集群中台東縣和澎湖縣效率最佳，三年皆為有效率，而以屏東縣最差。第三集群則以台中市最有效率，台北市則效率最低。

表 2-7 台灣地區各縣市資源廢棄物回收效率評估集群分類一覽表

群落	縣市名稱
第一群	台北縣、桃園縣、新竹縣、苗栗縣、台中縣、彰化縣
第二群	宜蘭縣、南投縣、雲林縣、嘉義縣、台南縣、高雄縣、屏東縣、台東縣、花蓮縣、基隆市
第三群	台中市、嘉義市、台南市、台北市、高雄市

2-2-6 環保署空氣污染監測評估指標

目前環保署對於空氣污染防制工作最主要的績效指標為台灣地區空氣污染指數 PSI 的降低，目前所獲致的成效如圖 2-2 與圖 2-3 所示。

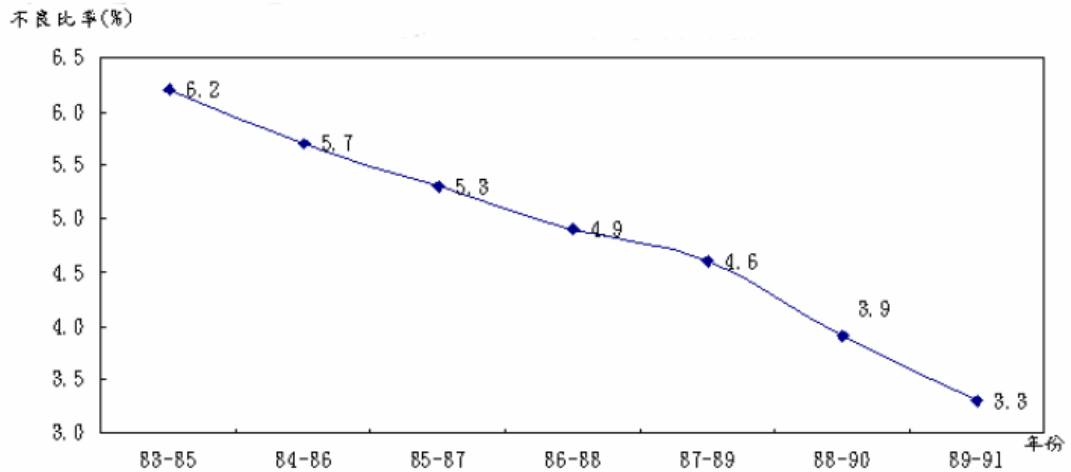


圖 2-2 空氣品質測站不良連續三年移動趨勢圖（83 至 91 年）
（資料來源：環保署（2003a））

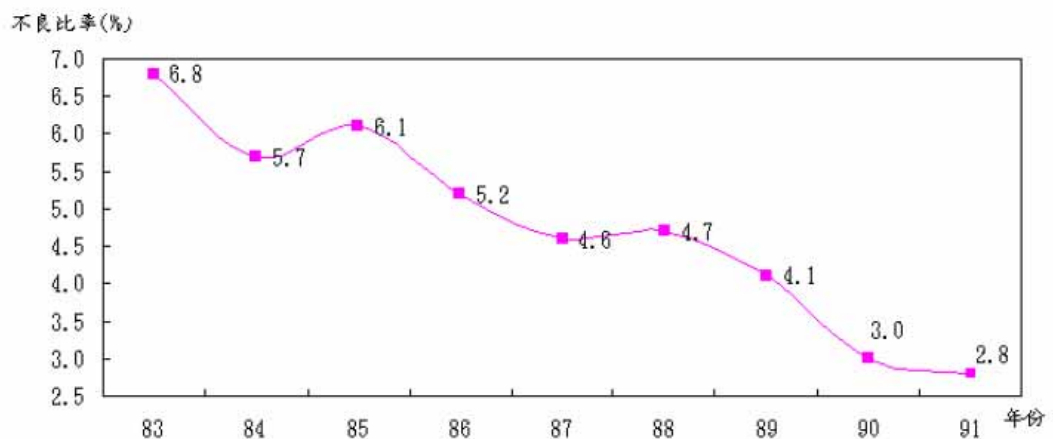


圖 2-3 空氣品質測站不良品質趨勢圖（83 至 91 年）
（資料來源：環保署（2003a））

由上述統計內容可知，台灣地區各縣市目前整體空氣品質正在持續改善中。

2-2-7 保署對於各縣市政府空氣品質維護績效評估機制

在以往環保署對於各縣市政府空氣品質維護的績效評估係以管理性、操作性及環境狀態等三大指標並賦予以權重加以評分加總獲得各縣市之評分分數。環保署並針對上述評分方式定期檢討並訂定各項評

分權重，但由於上述評分方式在各縣市之間仍存有部分爭議存在，因此目前考評多以鼓勵性方式表揚在各項管制（例如：固定空氣污染源稽查、營建場所空氣等等）工作上表現績優的縣市，並舉辦發表會供各縣市環保機關進行經驗交流（如圖 2-4 所示）。



圖 2-4 93 年台灣地區空氣品質維護績優縣市成果簡報（資料來源：本研究自行攝影）

第三章 研究方法

本章節主要內容在針對本研究中使用之環境指標與資料包絡分析法 (data envelopment analysis, DEA) 進行說明，除了說明本研究中投入產出之資料來源與計算方式外，並完整說明本研究中環境績效評估相關投入與產出存在的關係。

3-1 資料包絡分析法的發展

「效率」在經濟學領域中所涵蓋的範圍廣泛，其基本概念是用來描述資源使用的相關特徵。單就投入與產出要項間的關係而言，效率可視為將一組投入因素轉換成產出過程的績效；就資源分配與產品組合的觀念，效率即代表在既定的產出水準下追求最少的成本投入，或是在既定的成本下追求最大的產出水準。在個體經濟理論架構中，主要是利用最大生產、最小成本及最大利潤的觀點，來加以探討投入與產出之最佳效率問題。

任何組織 (organization) 具有不同組成的投入項目，其目的為獲得最大的產出，以經濟學觀點稱為生產函數，組織的任何投資組成因效率無法達到百分之百，而無法達到生產函數中所標示的最大產量，故生產函數於投入與產出之二維座標圖上所描繪之曲線，亦稱為生產前緣，位於生產前緣上之單位其效率之為百分之百，而組織之實際投入產出可經由比例之之大小判斷其具備之效率值。DEA 是採用線性規劃繪出效率前緣，將比較族群中的決策單元 (decision making unit; DMU)，分別與效率前緣之距離比例，分析受評單位之效率值。

效率的評估重點在於生產函數的推估，經由實際產出與生產函數所顯示理論產出的比值，即得效率值。推估生產函數的方法有許多種，一種對於評估各生產單位效率值最有利的方式是將觀測點中的最外圍連線。在構建生產函數的過程中，由於所有資料均被包絡 (envelope) 於生產函數之下，因此便將上述分析方法稱為資料包絡分析法。

在以往傳統的效率分析方式大多利用最小平方法，推估出「平均」的效率值，所以無論在成本、利潤與生產方面皆不是最有效率的情形，所以無法以合理基準來比較各廠商之間的生產效率。有關效率評估的研究，主要以 Farrell (1957) 所提出的研究為最具體的代表，由於 Farrell 提出生產效率 (productive efficiency) 的研究，才使得效率的概念趨於明確。Farrell 除了以非預設生產函數代替常用的預設函數來推估效率值外，並採用數學規劃模式求算效率前緣 (efficient frontier) 曲線，在幾何意義上是將多產出、多投入之生產函數，利用包絡線原理將所有被評估的決策單位之投入與產出項投映至空間中，以評估組織之相對效率，尋找可以包括所有 DMU 觀察資料的效率包絡線 (面)，以形成效率前緣，再計算個別 DMU 實際觀察值與效率包絡面的距離，比例求出各 DMU 相對效率水準，在經濟學上所代表的意義為在相同技術下，以最大可能產出要求目標下，產生各種投入組合相對關係點下，各點的連線成為生產可能曲線或包絡線，凡落在生產區線上的點，稱為相對有效率的生產點，而落在生產可能曲線外的點，則稱為相對無效率的生產點。

由於 Farrell 於 1957 年所提出之效率評估模型中，曾利用線性規劃法 (linear programming) 的技巧進行估計研究配置效率與技術效率，雖然 Farrell 沒有計量方法，但所使用的線性規劃概念，深深的影響後來方法的發展，使效率的衡量有了實證的依據。

此後 Charnes, Cooper and Rhodes (1978) 依據 Farrell 的單產出、多投入原始模型為理論基礎，在固定規模報酬的情況下，使用線性規劃求出生產邊界，擴展出可以衡量一個多投入與多產出的決策單位之相對效率模型。DEA 效率評估模式主要是利用包絡線的技術來代替一般個體經濟學中的生產函數，將所有 DMU 之投入與產出項均加以考量，以加權產出/加權投入的觀念，計算出個別廠商相對於其他廠商之效率值，凡是相對效率值為 1 者，即落在生產邊界上，亦唯一最有效率之單位，凡是相對效率 < 1 者，即為無效率單位，具有改善之空間，DEA 模式最常用的有 CCR 模式及 BCC 模式，經由 CCR 模式可求

得總效率，BCC 模式可求得純粹技術效率及規模效率。自此之後 DEA 除了各類模式的提出外，在各行各業的實務應用文獻也十分眾多。

綜合前述，DEA 是一個相對性的指標，是透過線性規劃的方式，根據實際觀察值所建構的效率邊界，並以個別觀察值於效率邊界之差距作為相對無效率程度，來衡量各組織的效率。

3-2 資料包絡分析法基本模式

資料包絡分析法起源於 Charnes、Cooper 與 Rhodes (1978) 所提出的 CCR 模式，之後 Banker、Charnes 與 Cooper (1984) 將 CCR 模式中要求規模報酬為固定的限制取消而提出 BCC 模式，而在模式的選擇上，上述兩種模式均可區分為投入導向型與產出導向型兩種不同的模式。以下即針對 CCR 與 BCC 模式之立論精神與內容加以說明。

3-2-1 CCR 模型

3-2-1-1 投入導向

Charnes、Cooper 及 Rhodes 於 1978 提出 CCR 模式，該法源於 1957 年 Farrell 所發表之論文，以非預設生產函數代替常用的預設函數來推估效率值。

假設有 N 個決策單位，每個 DMU_j 使用 M 種投入 (x_{ij})，生產 s 種產出 (y_{rj})，則特定 DMU_j 可由底下原始模式求得：

$$\text{Max}_{u,v} \quad h_j = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^M v_i x_{ij}} \quad (3-1)$$

$$\text{s.t.} \quad \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^M v_i x_{ij}} \leq 1$$

$$u_r, v_i \geq \varepsilon > 0; i=1, \dots, M; r=1, \dots, s; j=1, 2, \dots, n$$

其中 x_{ij} 代表第 j 個 DMU 之第 i 項投入值

y_{rj} 代表第 j 個 DMU 之第 r 項投入值

u_r, v_i 分別代表第 r 個產出項與第 i 個投入項之權數

h_j 代表相對效率值

ε 為非阿基米德數 (Non-Archimedean Quantity) ε 在實際運用上常設為 10^{-6} 或 10^{-4} 來代表任一因子皆不可忽略不計。

模式 3-1 式之效率值代表在相同產出水準下比較投入項之使用效率，稱為投入導向之效率 (input-based efficiency)，當決策單位之 $h_j=1$ 時稱為該決策單位相較於其他單位為有效率，而當決策單位之 $h_j < 1$ 時，稱為該決策單位相較於其他單位為無效率。

由於上式為分數線性規劃形式 (fractional linear programming) 不易求解，且有無窮解之虞，故簡化上式為線性模式如下將分母約分為 1：

$$\text{Max}_{u,v} \quad h_j = \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} \quad (3-2)$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_{r=1}^m v_i x_{ij} = 1$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{r=1}^m v_i x_{ij} \leq 0 \quad ; \quad j=1, \dots, n$$

$$u_r, v_i \geq \varepsilon > 0; i=1, \dots, m; r=1, \dots, s$$

由於限制條件不多，且限制條件式中通常含有較多的變數，在線性規劃的方法中可利用對偶性質，改求極小以簡化計算，利用對偶性可將 3-2 式改寫如下：

$$\text{Mim}_{\theta, \lambda} h_j = \theta - \varepsilon \left(\sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+ \right) \quad (3-3)$$

$$s.t. \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} - \theta x_{ij} + s_i^- = 0; i=1, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - s_r^+ = y_{rj}; r=1, \dots, s$$

$$\lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0, j=1, \dots, n, i=1, \dots, m, r=1, \dots, s$$

θ 無正負數限制

式中 s_i^-, s_r^+ 分別為差額變數與超額變數是線性規劃中將不等式轉化為等式所常用的變數， $\sum_{i=1}^m v_i x_{ij} = 1$ 實際上代表受評單位的效率值，對一組受評單位可採用 3-2 式或 3-3 式計算各受評單位之相對效率值（高強, 2003）。

3-2-1-2 產出導向

所謂產出導向效率評估之意義為在相同水準投入下，比較產出的狀況，簡化意義即是以產出導向效率評估式為投入導向效率評估式之倒數。

假設在固定規模報酬下，線性函數斜率固定，生產單位有單一投入要素 x ，並生產單一產出 y 且 $f(x)$ 為一完全技術效率廠商的生產函數，顯示如圖 3-1(a) 所示，且廠商之投入增加或減少皆產生相當量增減之產出。若依投入面衡量法，生產單位的技術效率為 AK/AE ，而依產出面衡量法，生產單位的技術效率為 CE/CD 。而由圖可知， $AK/AE = CE/CD$ 。即在生產技術具固定規模報酬的假設下，用投入面衡量法和產出面衡量法所求得的技术效率值是相同的。

而現實情況投入與產出之線性函數確非完全為固定規模報酬，必須同時考量實際經濟條件的面化情形，亦即必須考量規模報酬變動之情形，在圖 3-1(b) 中，若生產技術為規模報酬遞減 (DRS) 的情況下，其意義為該廠商於規模報酬遞減之生產函數下運作其生產程序時，增

加投入無法改善其營運之無效率，亦即位於規模報酬遞減之廠商，增加投入將導致產出遞減，線性函數中之斜率為變動狀況時，投入面與產出面兩種衡量方法就不會相等。

依產出面衡量法的概念，Farrell 和 Charnes, Cooper and Rhodes 所提出的模型可改寫為 3-4、3-5 與 3-6 式：

$$\text{Min}_{u,v} \frac{1}{g_j} = \frac{\sum_{i=1}^M v_i x_{ij}}{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}} \quad (3-4)$$

$$\begin{aligned} \text{s.t. } & \frac{\sum_{i=1}^M v_i x_{ij}}{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}} \geq 1, j = 1, \dots, n \\ & u_r, v_i \geq \varepsilon > 0, r = 1, \dots, s, i = 1, \dots, m \end{aligned}$$

其中 g_j 為產出面技術效率值， X 為廠商總投入矩陣， Y 為總產出矩陣， λ 為一 $N \times 1$ 之常數向量， y_i 為一 $M \times 1$ 的向量，表示第 i 家廠商的產出； x_i 為一 $K \times 1$ 的向量，表示第 i 家廠商的投入。

產出導向比率式約分分母為 1，上述簡化為

$$\text{Min}_{u,v} \frac{1}{g_j} = \sum_{i=1}^M v_i x_{ij} \quad (3-5)$$

$$\begin{aligned} \text{s.t. } & \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} = 1 \\ & \sum_{i=1}^M v_i x_{ij} - \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} \geq 0, j = 1, \dots, n \quad \text{對偶形式} \\ & u_r, v_i \geq \varepsilon > 0, r = 1, \dots, s, i = 1, \dots, m \end{aligned}$$

$$\text{Max}_{\theta, \lambda} \frac{1}{g_j} = \theta + \varepsilon \left(\sum_{i=1}^M s_i^+ + \sum_{r=1}^s s_r^- \right) \quad (3-6)$$

$$\text{s.t.} \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - \theta y_{rj} - s_r^- = 0, r = 1, \dots, s$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s_i^+ = x_{ij}, i = 1, \dots, m$$

$$\lambda_j, s_i^+, s_r^- \geq 0, j = 1, \dots, n; i = 1, \dots, m; r = 1, \dots, s$$

θ 無正負限制

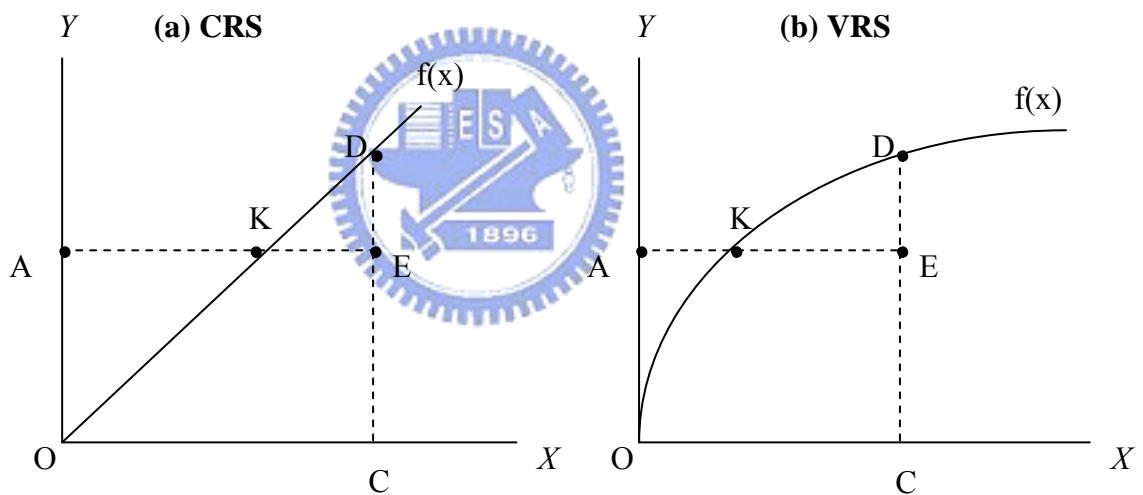


圖 3-1 不同規模報酬假設下之生產函數

CCR 模型是假設生產技術在 CRS 的情況下所求得，但這可能與事實不符，因為有些決策單位因為某些因素的影響，並不能在最適規模下來生產，而是處於規模報酬遞增（IRS）或規模報酬遞減（DRS）的情況下來生產，因此 Banker, Charnes and Cooper (1984) 提出 BCC 模型，將 CCR 模型中所限定的固定規模報酬假設解除，並且可同時衡量在不同的規模報酬型態下的相對效率值（高強, 2003）。

3-2-2 BCC 模型

Banker, Charnes and Cooper (1984) 將此 CCR 模型擴展，並透過計算廠商的規模效率 (scale efficiency, SE)，使其適用於規模報酬不固定的情況。即將 CCR 之技術效率分為純粹技術效率 (pure technical efficiency) 與規模效率 (scale efficiency)，表示 DMU 造成技術無效率的原因除了投入與產出配置不當之外，還有可能是因為 DMU 的規模因素所造成。如圖 3-2 所示。假設投入要素為單一投入 X ，且生產單一產出 Y ，則分別可得到在 CRS 和 VRS 下之生產邊界，然後再分別以兩條生產邊界去估計技術效率，若以投入面衡量法而言：

得到

$$TE_{CRS} = LP_C / LP$$

$$TE_{VRS} = LP_V / LP$$

$$SE = LP_C / LP_V$$

其中 TE_{VRS} 又稱做純粹技術效率 (pure technical efficiency)，SE 稱為規模效率 (scale efficiency)。且固定規模報酬下的技術效率會等於變動規模報酬下的純粹技術效率乘上規模效率。即為：

$$TE_{CRS} = TE_{VRS} \times SE$$

所以 BCC 的生產邊界模型可由 CCR 模型 3-1 式修改如下：

$$\begin{aligned} \min_{\theta, \lambda} \quad & \theta \\ \text{s.t.} \quad & -y_i + Y\lambda \geq 0 \\ & \theta x_i - X\lambda \geq 0 \\ & N1'\lambda = 1 \\ & \lambda \geq 0 \end{aligned} \tag{3-7}$$

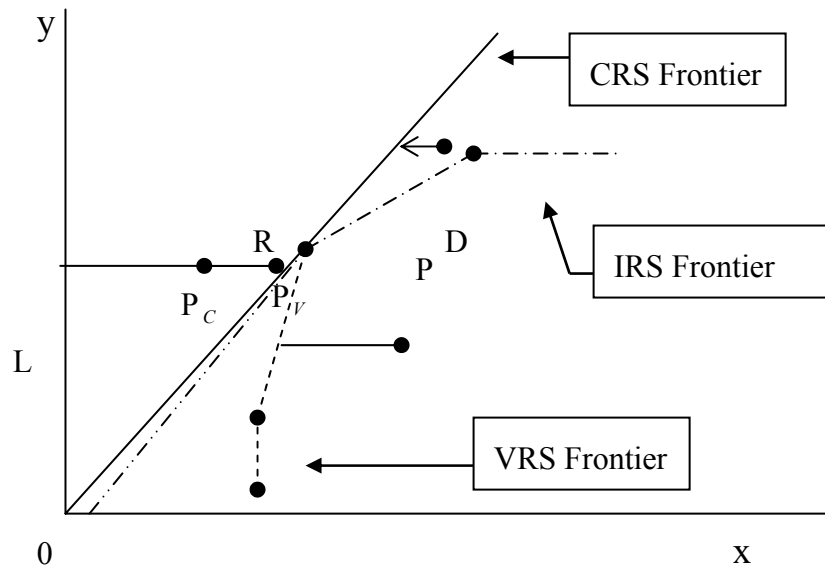


圖 3-2 固定及變動規模報酬之效率值

其中變數定義皆與 CCR 模型 3-1 式相同。唯一不同是 BCC 模型多加了一凸性限制條件 $N1'\lambda=1$ ，其中 $N1$ 為一 $N \times 1$ 的向量，且向量中每一元素皆為 1。因此 VRS 下的技術效率值會大於或等於 CRS 下的技術效率值。

但由於無法從 3-7 式中判斷出規模報酬到底是遞增亦或是遞減，因此 Färe, Grosskopf and Lovell (1985) 提出判斷規模報酬的方法。其線性規劃模型如下：

$$\begin{aligned}
 \min_{\theta, \lambda} \quad & \theta & (3-8) \\
 \text{s.t.} \quad & -y_i + Y\lambda \geq 0 \\
 & \theta x_i - X\lambda \geq 0 \\
 & N1'\lambda \leq 1 \\
 & \lambda \geq 0
 \end{aligned}$$

其中變數定義皆與 3-8 式相同。而此模型的限制式改為 $N1'\lambda \leq 1$ ，此邊界稱為非規模報酬遞增的生產邊界 (non-increasing return to scale frontier, NIRS)，在圖 3-3 中即虛線部份所示。若廠商以 VRS Frontier 算出的技術效率值較 NIRS Frontier 技術效率值為大，則廠商的生產屬於規模報酬遞增，如廠商 P；如果二者之技術效

率相同，則廠商生產為規模報酬遞減，如廠商 D。

3-3 DEA 之特點

根據 Lewin and Minton (1986) 的研究，認為 DEA 模式在運用上有下列特質可處理多項投入、多項產出之評估問題。而且 DEA 為一種無母數方法，易於處理多項投入與多項產出的評估問題，而無須面臨預設函數之認定及參數估計之困難，在實際應用上較為可行。整體而言，DEA 具備以下的特點：

1. 單位不變性 (unit invariance)：不因計量單位不同而影響效率值。只要受評估的 DMU 均使用相同的計量單位，模式的目標函數值不受投入產出項計量單位的影響，如以元或萬元計量其效率均相等。
2. 相對效率的觀念：DEA 評估效率的結果係為一綜合指標，可描述為經濟學上總要素生產力 (total factor productivity) 之概念，可針對受評估單位之間的相對效率進行比較。
3. 權數的決定不受人為主觀因素的影響：DEA 模式中的權數，是由數學規劃產生，無人為主觀的成分在內，因而能滿足立足點平等原則。在設定的評估方式下，任一 DMU 均無法依主觀判斷找到另一組權重，而使其效率大於 DEA 模式的評估結果。
4. 可同時處理比率及非比率資料：DEA 方法不僅可處理比率尺度 (ratio scale) 資料，還可處理順序尺度資料，因此在資料處理方面較具彈性。
5. 可處理組織外的環境變數：DEA 方法具有同時處理比率資料與非比率資料的特性，因此對於組織外的環境變數亦可處理，即 DEA 方法可同時評估不同環境下 DMU 的效率。
6. 可獲取資源使用的相關資訊：從 DEA 的差額變數分析、敏感度分析及效率分析，將能瞭解組織資源使用狀況，進而作為管理者擬定決策之參考。所衡量的對象同質性愈高，衡量效果愈

佳，結果的解釋及推演所受的限制愈少。

同樣的，DEA 方法也有如下的缺點與限制（高強, 2003）：

1. 受評單位必須有比較上的意義，需有相同的目標，執行相似的工作。
2. 受評單位個數不可太少，依經驗法則而言受評單位的個數至少應為投入項個數與產出項個數和的兩倍。
3. 受評單位中的離群單位（outlier）必須妥善處理，甚至從受評單位中剔除，以免對於評估結果產生太大干擾。

3-4 DEA 使用流程說明

本研究 DEA 之規劃流程如圖 3-3 所示，針對台灣地區各縣市空氣品質維護績效之評估流程主要分為下列幾個階段進行說明：



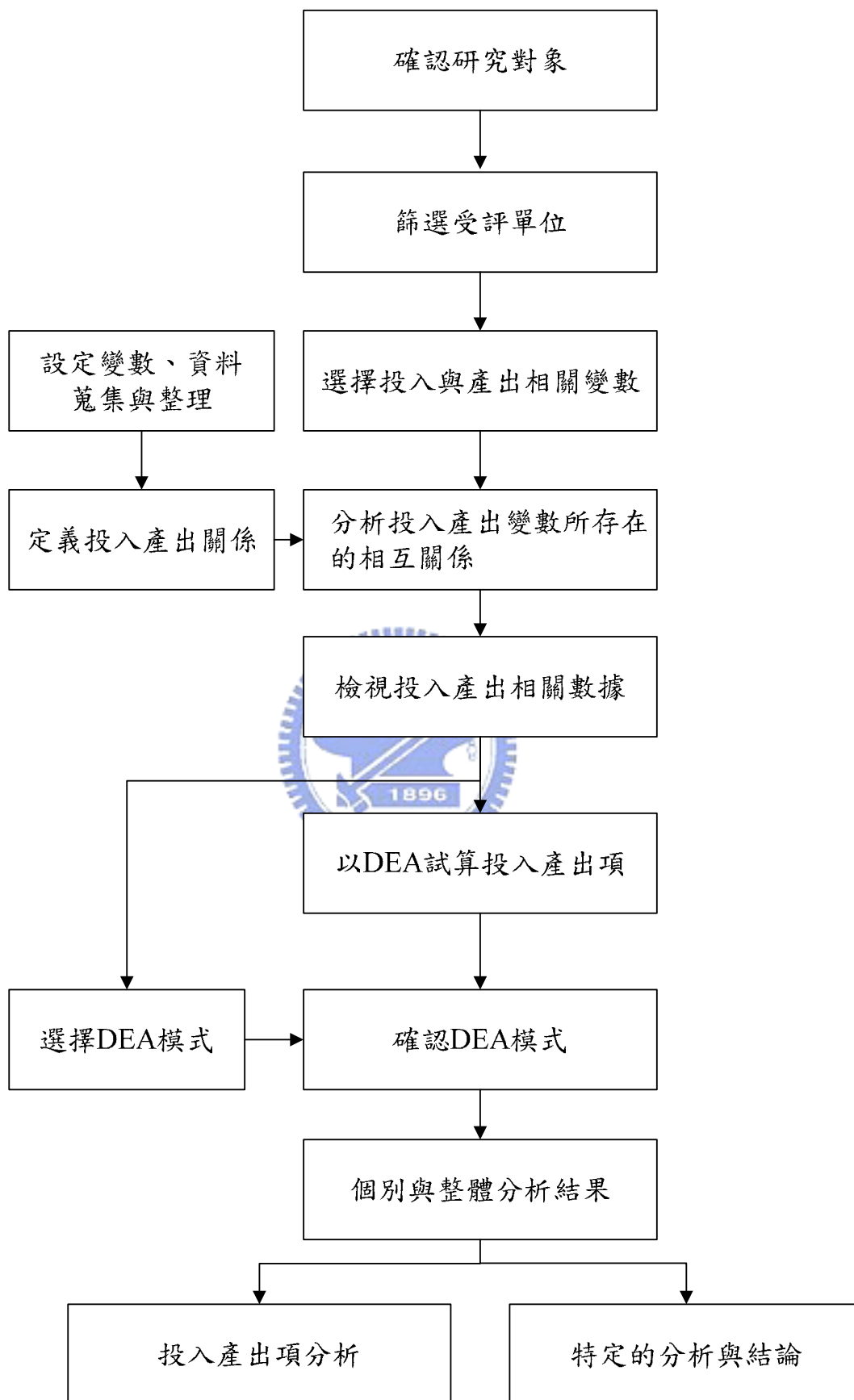


圖 3-3 DEA 使用程序

第四章 實例研究

以下各節將對本研究中針對台灣地區各縣市空氣品質維護績效評估的執行流程加以說明，並針對資料包絡分析法中所使用的計算軟體與相關參數設定進行說明。

4-1 研究對象

本研究中原訂以台灣地區 23 縣市環保機關為受評對象，上述縣市並不包含澎湖縣、金門與馬祖等縣市。其原因為澎湖縣、金門縣與馬祖由於缺乏空氣品質監測數據之歷史資料，在空氣擴散模擬上以往多學術研究上多以高雄縣的空氣品質監測數據取代澎湖縣的監測資料，但是考量到在投入產出效率評估下此一假設可能對於空氣品質維護績效評估結果可能產生的影響，因此本研究將上述縣市自本研究的受評縣市中排除。

表 4-1 DEA 受評單位編號一覽表

編號	縣市名稱	編號	縣市名稱
1	臺北縣	12	高雄縣
2	宜蘭縣	13	屏東縣
3	桃園縣	14	臺東縣
4	新竹縣	15	花蓮縣
5	苗栗縣	16	基隆市
6	台中縣	17	新竹市
7	彰化縣	18	臺中市
8	南投縣	19	嘉義市
9	雲林縣	20	臺南市
10	嘉義縣	21	臺北市
11	臺南縣	22	高雄市

4-2 投入與產出變數

4-2-1 投入項目

本研究之對象為台灣地區 22 縣市（不含澎湖縣）的空氣品質維護

之績效評估，由於投入項目的選擇上基於目前資料的完整性與學術上的合理性，因此本研究建置了數種不同的模式，並根據上述不同模式間的假設選擇了不同的投入變數，其中包含了下列各項：

1. 各縣市政府環保經費（不含廢棄物清理費用）：

本投入項主要考量蒐集各縣市年度預算書及決算書，由於決算書資料經過各縣市後許整理且取得不易，無法正確反應各縣市的詳細資料，而預算書則較能提供詳細資料，是以本研究採用環保署統計年報中所紀錄各各縣市年度預算的資料。此外由於考量到非空氣污染相關經費可能會影響投入產出的分析結果，因此針對各縣市環保經費進行初步分析後發現目前佔有各縣市經費比例最高的多是廢棄物清理費用（約佔各縣市的 50%~70%），而部分縣市單獨表列空氣污染防制相關經費統計數據顯示有數據不完全的現象，此與 DEA 所強調的同向性原則並不相符。而且在環境管理的領域上，行政與綜合性等其他類型的計畫亦可能包含了空氣品質維護的投入經費，因此本研究中將選擇使用各縣市環保總經費扣除廢棄物管理項目的環保經費作為其投入項目。

2. 各縣市政府環保機關總人數（不含廢棄物清理人員）

本投入項主要在考量空氣品質維護所需投入的人力，由於人力的投入計算有類似環境經費的相關問題，因此投入人力的計算上為環保機關的扣除廢棄物清理人員的總人數。

上述項目選擇作為其投入變數存在的優缺點表列如下：

表 4-2 投入變數選擇優缺點一覽表

投入變數	優點	缺點
各縣市政府環保總經費(不含廢棄清理經費)	可減少因納入廢棄物清理費用可能造成的假性投入現象(目前廢棄物清理費用佔所有費用的 50%至 70%)	仍有部分資料非空氣品質維護之直接投入(例如：噪音防制與環境監測)
各縣市政府環保機關人數(不含廢棄物清理人員)	可減少因納入廢棄物清理人員人數納入所可能造成的假性投入	間接人員(例如：行政人員)是否屬於空氣品質維護之投入人力不易確定。

4-2-3 產出項目

1. 全年空氣低污染日數比例 ($PSI \leq 100$)

由於空氣品質受到多種空氣污染物的影響(相關說明已於 3-2 節中詳述)，為了有效訂定一種簡單衡量多種空氣污染物的綜合性空氣品質之指標，因此本研究中使用政府與學界目前常用之空氣污染指標 (PSI) 來作為空氣品質維護績效評估的主要指標。由於 PSI 代表的是空氣指標污染物濃度高低的狀態指標，因此在本研究中將上述指標以 PSI 作為空氣品質維護績效指標的依據，藉以考量不同污染物對於空氣品質的綜合影響程度。此項目也與目前政府對於台灣地區各空氣品質區的管制目標的衡量指標一致。

2. 全年空氣低污染日數比例×縣市人口數

此產出項目主要是採用了空氣污染管制中所謂污染泡 (bubble) 的觀念，PSI 所顯示的數值為該地區的空氣品質狀態，為有效反應該地區人口的受影響程度，本研究中將該地區 PSI 百分比與該縣市人口數相乘藉以反應該縣市中人口受影響的總量大小。

3. 縣市人口數/縣市空氣污染陳情件數

本研究中為考量民眾對於當地空氣品質改善之並選擇平均人口所產生空氣污染陳情件數作為民眾對於空氣品質維護之社會性指標。由於上述空氣污染陳情件數屬於在生產定義上屬於所謂負產出的型態，因此，因此將此一項目定義為單一空氣污染陳情件數所代表的該縣市人口以作為模型產出項目之資料依據。

綜合以上說明，上述產出項目的選擇主要可歸納為以下理由：

1. PSI 由於為多種空氣污染物之綜合指標，因此可以反應地區空氣品質之整體狀態。

2. 為反應空氣品質對於該地區人口的影響程度，因此將全年空氣低污染日數比例與該縣市人口的乘積來代表上述影響程度的大小。

3. 由於民眾對於空氣品質維護的感受仍反映了一部份的社會性環境指標，因此本研究中嘗試納入陳情件數來反應不同區域民眾對於環境空氣品質滿意的需求程度。

4-2-4 年度定義

本報告以會計年度為計算基準，即以每年的 1 月 1 日到該年的 12 月 31 日為年度的起迄日期。例如民國 92 年度為自 92 年 1 月 1 日起至 92 年 12 月 31 日止。但民國 89 年度（含）前的資料則是以 88 年的 7 月 1 日起至 89 年 12 月 31 日止。

4-2-5 資料前處理說明

由於本研究中空氣污染指標 PSI 由於其數值越高，代表了空氣污染程度越嚴重，因此若以 PSI 作為其產出指標將被視為負產出，也不符合等幅擴張性（isotonicity，即投入數量增加產出數量不得減少）的原則，為了解決此一情形，本研究終將產出項目定義為以全年空氣低污染日數比例（ $PSI \leq 100$ ）作為其產出項目。

此外本研究同時也考量所謂環境社會面的空氣品質維護指標，主要是考量到一般民眾常以其主觀印象來評估衡量所居住地空氣品質維

護程度。因此本研究選擇民眾對於空氣污染的陳情件數作為評估模型的產出項目，由於平均陳情件數（陳情件數/該地區人口數）在績效評估上亦被視為一種負產出（意即政府投入更多的經費與人力，但平均陳情件數被期望為減少），因此本研究針對上述數據進行予以倒數處理，使投入值與產出值得以呈現同向性。

4-3 DEA 軟體使用與參數說明

目前大部分的 DEA 軟體均可在輸入變數中，選擇欲執行的投入與產出項目，並備有 CCR 及 BCC 模式以供選擇，同時也有投入導向與產出導向的區別。本研究利用 Coelli (1996) 所發展的 DEAP VERSION 2.1 軟體來執行求解效率，其相關設定如表 4-3 所示。

表 4-3 DEA 計算程式參數選擇一覽表

編號	項目	選擇參數
1	受評單位	台灣地區 22 縣市
2	統計年度	民國 88 年至 92 年
3	投入項目	依模型選擇而定
4	產出項目	依模型選擇而定
5	模式選擇	VRS
6	效率導向	投入導向
7	計算方式	DEA multi-stage

4-4 資料與數據

4-4-1 投入項目

各縣市環保機關年度環保經費（不含廢棄物清理經費）與人力投入（不含廢棄物清理人員）的相關數據如表 4-4 至表 4-7 所示：

表 4-4 各縣市環保機關年度環保經費一覽表

編號	縣市	年度				
		88	89	90	91	92
1	臺北縣	2,457,151	2,703,100	2,012,725	1,696,019	1,652,266
2	宜蘭縣	86,154	85,332	154,296	149,638	170,313
3	桃園縣	1,888,984	2,323,715	1,371,657	1,260,861	1,581,712
4	新竹縣	98,777	193,472	134,931	149,377	192,223
5	苗栗縣	119,976	126,112	86,421	112,017	133,856
6	台中縣	655,728	859,784	649,262	531,733	578,388
7	彰化縣	548,422	604,371	379,353	327,150	363,891
8	南投縣	184,213	110,991	129,116	69,168	99,780
9	雲林縣	381,779	165,738	163,023	160,926	234,570
10	嘉義縣	318,268	471,797	262,326	192,824	175,995
11	臺南縣	480,537	720,191	406,910	400,506	272,333
12	高雄縣	582,650	482,785	488,295	290,411	703,613
13	屏東縣	469,028	198,083	177,372	247,028	175,143
14	臺東縣	35,928	66,937	77,026	82,161	80,612
15	花蓮縣	192,984	255,551	189,765	259,904	281,177
16	基隆市	156,265	368,902	391,826	245,917	269,964
17	新竹市	74,099	188,844	369,346	300,496	314,363
18	臺中市	264,575	313,774	202,283	924,485	287,120
19	嘉義市	86,961	217,417	334,679	245,986	101,763
20	臺南市	423,596	696,769	779,234	139,748	136,408
21	臺北市	2,506,876	4,279,580	926,383	1,353,970	1,395,294
22	高雄市	4,657,578	3,947,321	2,168,704	1,310,418	832,604

備註：上述費用不包含廢棄物清運費

金額單位：新台幣仟元

資料來源：環保署（2000-2004）

表 4-5 各縣市環保機關年度人力統計一覽表

編號	縣市	年度				
		88	89	90	91	92
1	臺北縣	615	631	631	586	589
2	宜蘭縣	76	76	75	77	76
3	桃園縣	148	152	158	185	173
4	新竹縣	28	37	50	52	62
5	苗栗縣	70	54	77	87	88
6	台中縣	190	189	191	202	200
7	彰化縣	124	131	136	128	124
8	南投縣	68	51	64	66	70
9	雲林縣	75	82	82	94	90
10	嘉義縣	77	77	82	95	9
11	臺南縣	120	136	139	129	129
12	高雄縣	146	141	154	156	157
13	屏東縣	94	102	114	119	116
14	臺東縣	43	45	59	58	56
15	花蓮縣	44	57	61	64	64
16	基隆市	88	95	135	135	111
17	新竹市	61	89	105	72	87
18	臺中市	89	88	94	91	89
19	嘉義市	46	48	47	47	51
20	臺南市	71	70	96	84	83
21	臺北市	416	413	567	571	487
22	高雄市	362	401	363	280	277

備註：上述費用不包含廢棄物清理人員

單位：人

資料來源：環保署（2000-2004）

4-4-2 產出項目

表 4-6 台灣地區各縣市全年空氣低污染日數比例統計一覽表

編號	縣市	年度				
		88	89	90	91	92
1	臺北縣	96.51%	95.81%	97.66%	97.98%	98.66%
2	宜蘭縣	99.73%	99.45%	99.86%	99.86%	100.00%
3	桃園縣	98.76%	98.36%	99.04%	98.35%	99.72%
4	新竹縣	96.55%	97.94%	98.77%	98.36%	99.03%
5	苗栗縣	97.92%	97.93%	99.32%	98.90%	99.31%
6	台中縣	97.16%	98.27%	98.52%	97.90%	98.34%
7	彰化縣	95.83%	94.66%	96.84%	96.03%	98.08%
8	南投縣	90.13%	91.52%	96.44%	97.39%	94.54%
9	雲林縣	97.09%	95.42%	95.89%	96.39%	97.58%
10	嘉義縣	96.11%	95.77%	97.39%	95.34%	97.85%
11	臺南縣	96.44%	96.31%	97.53%	95.97%	97.95%
12	高雄縣	90.51%	86.05%	90.95%	92.83%	91.92%
13	屏東縣	91.10%	89.26%	91.37%	91.52%	94.22%
14	臺東縣	100.00%	100.00%	99.45%	100.00%	100.00%
15	花蓮縣	99.73%	100.00%	98.90%	100.00%	100.00%
16	基隆市	98.63%	96.72%	99.14%	100.00%	99.73%
17	新竹市	97.79%	98.36%	98.90%	99.73%	100.00%
18	臺中市	98.07%	95.21%	96.99%	97.24%	97.67%
19	嘉義市	96.44%	95.90%	97.25%	97.81%	95.61%
20	臺南市	95.88%	96.03%	95.60%	95.34%	97.12%
21	臺北市	96.60%	95.44%	97.23%	98.23%	98.04%
22	高雄市	89.68%	89.81%	91.82%	93.08%	94.16%

*：澎湖縣先前並未設置空氣品質監測站，因此無相關監測數據。

資料來源：環保署（2000-2004）

表 4-7 台灣地區各縣市空氣污染陳情案件一覽表

編號	縣市	年度				
		88	89	90	91	92
1	臺北縣	8127	4706	4276	5552	5387
2	宜蘭縣	1147	1246	1049	1190	1126
3	桃園縣	2753	2944	1993	5327	4152
4	新竹縣	472	541	739	709	677
5	苗栗縣	444	676	611	998	1053
6	台中縣	2043	2530	8135	2551	2350
7	彰化縣	2286	4051	2137	2435	2092
8	南投縣	540	664	592	844	631
9	雲林縣	1062	1217	807	1003	1261
10	嘉義縣	759	634	506	868	976
11	臺南縣	98	1922	1940	2047	1892
12	高雄縣	1550	1818	1644	1663	1478
13	屏東縣	826	712	839	1182	884
14	臺東縣	209	415	300	329	328
15	花蓮縣	1170	677	892	739	703
16	基隆市	166	255	307	385	365
17	新竹市	591	588	510	639	704
18	臺中市	1326	1510	1096	1422	1282
19	嘉義市	1380	647	771	619	738
20	臺南市	701	841	785	854	1251
21	臺北市	4018	4784	3791	4189	4136
22	高雄市	1952	2242	2232	2431	2287

單位：件

資料來源：環保署（2000-2004）

表 4-8 各縣市人口數統計一覽表

編號	縣市	年度				
		88	89	90	91	92
1	臺北縣	3510917	3567896	3610252	3641446	3610252
2	宜蘭縣	465004	465186	465799	464107	465799
3	桃園縣	1691292	1732617	1762963	1792603	1762963
4	新竹縣	433767	439713	446300	452679	446300
5	苗栗縣	559804	559703	560640	560766	560640
6	台中縣	1481407	1494308	1502274	1511789	1502274
7	彰化縣	1305640	1310531	1313994	1316179	1313994
8	南投縣	544038	541537	541818	541292	541818
9	雲林縣	746241	743368	743562	742797	743562
10	嘉義縣	562662	562305	563365	562394	563365
11	臺南縣	1103723	1107687	1107397	1107583	1107397
12	高雄縣	1230352	1234707	1236958	1233395	1236958
13	屏東縣	909015	907590	909364	906178	909364
14	臺東縣	247801	245312	244612	243965	244612
15	花蓮縣	355686	353630	353139	352154	353139
16	基隆市	385201	388425	390966	391450	390966
17	新竹市	361958	368439	373296	378797	373296
18	臺中市	940589	965790	983694	996706	983694
19	嘉義市	265109	266183	267993	267907	267993
20	臺南市	728060	734650	740846	745081	740846
21	臺北市	2641312	2646474	2633802	2641856	2633802
22	高雄市	1475505	1490560	1494457	1509510	1494457
合計		22,034,096	3510917	3567896	3610252	3641446

單位：人

資料來源：環保署（2000-2004）

4-5 評估模型的組成

為使績效評估模型能合理且公平的反應各縣市空氣品質維護的績效，本研究根據不同的考量，建置了以表 4-9 所顯示不同假設條件下的效率評估模型，並針對不同的模型進行並比較各縣市空氣品質維護效率的結果。

表 4-9 不同模型下投入產出項目選擇一覽表

項目		模型一	模型二	模型三
受評對象分類方式		不分區	不分區	不分區
投入項目	各縣市政府環保經費（不含廢棄物清理經費）	◎	◎	◎
	各縣市政府環保人力（不含廢棄物清理人員）	◎	◎	◎
產出項目	全年空氣低污染日數比例	◎		◎
	全年空氣低污染日數比例 ×縣市人口數		◎	
	縣市人口數/陳情件數			◎

註：◎代表此項目被選用

為使評估能較合理且公平的反應台灣地區各縣市空氣品質維護工作的效率及效果，本研究先針對各模型投入與產出項目的相關係數進行計算，確認是否符合投入與產出項目同向性之要求：

4-5-1 各模型組成說明

模型一主要以全年空氣低污染日數比例（ $PSI \leq 100$ ）作為其產出項目，投入項目則為環保經費與人力投入（上述兩項均不包含廢棄物清理經費及人力），其受評對象台灣地區 22 縣市。

模型二主要以全年空氣低污染日數比例與該縣市人口數的乘積作為其產出項目，此一立論根據主要是由於 PSI 代表空間中空氣污染物的濃度的狀態，因此考量將全年空氣低污染日數比例與該縣市人口數相乘來代表空氣品質狀態帶給該縣市民眾的總量效果，其受評對象台灣地區 22 縣市。

模型三與模型一類似，但加入每一陳情件數所代表該縣市的人口數作為其產出指標。上述立論依據主要是考量民眾對於空氣品質不滿產生的程度高低，由於單就陳情件數並不符合產出的定義。因此結合陳情件數與縣市人口數作為該模型所假設之產出項目。

為進一步說明並比較各縣市空氣品質維護績效之優劣，計算結果將效率區分為 4 個層級如表 4-10 所示：

表 4-10 效率分類一覽表

編號	相對狀態	效率值分類數範圍
1	優(Excellent)	1~0.75 (含)
2	好 (Good)	0.75~0.5 (含)
3	普通 (Fair)	0.5~0.25 (含)
4	不佳 (Poor)	0.25~0 (含)

模型一至模型三均不考量現行台灣空品區的規劃方式，有關台灣空品區區分方式對於各縣市空氣品質維護績效評估所造成的影響，將在 5-4 節中加以討論。



第五章 結果說明

5-1 基本敘述統計量分析

表 5-1 基本敘述統計量一覽表

研究變數		年度	最大值	最小值	平均數	標準差
投入項目	環保經費	88	4657578	35928	757751.3	1136207.6
		89	4279580	66937	880934.8	1246342.6
		90	2168704	77026	538860.6	592022.2
		91	1696019	69168	475033.8	489541.0
		92	1652266	80612	456063.1	483605.7
	環保人力	88	615	28	138.7	143.9
		89	631	37	143.9	148.2
		90	631	47	158.2	158.1
		91	586	47	153.5	148.4
		92	589	51	148.6	137.7
產出項目	全年空氣 低污染日 數比例	88	100.00%	89.68%	96.21%	3.09%
		89	100.00%	86.05%	95.65%	3.60%
		90	99.86%	90.95%	97.04%	2.59%
		91	100.00%	91.52%	97.19%	2.43%
		92	100.00%	91.92%	97.71%	2.27%
	全年空氣 低污染日 數比例× 縣市人口 數	88	33882575	2478010	9556410	7788453
		89	34184816	2453120	9564122	7827218
		90	35256418	2432717	9782951	8036155
		91	35679211	2439650	9851179	8141684
		92	35618983	2446120	9859294	8125276
	縣市人口 數 / 陳情 案件	88	11262.48	192.11	1286.91	2269.92
		89	1523.24	323.51	705.65	273.71
		90	1273.50	184.67	755.50	264.96
		91	1016.75	336.51	630.93	154.30
		92	1071.14	363.13	650.29	179.79

綜觀上述統計，目前環保經費支用金額最多的縣市主要為高雄市及台北縣，金額最少的縣市則為台東縣等人口數較少的縣市，此說明

了目前環保經費的支用仍與各縣市的人口多寡有關，值得討論的是，各縣市可支用的經費自 90 年後便逐漸在減少，基本上的原因是因為政府財政逐漸惡化所產生預算的排擠效果。而在環保人力上，目前具備最多人力的縣市為台北縣與台北市，最少人力的縣市則為新竹縣，有趣的是雖然各縣市環保經費有逐漸減少的趨勢，但是相關人力並無明顯的變動，這顯示人事支佔環保經費中的比例將較以往提高，如此可能對其他環保方面的支出會產生排擠效果。

至於在 PSI 空氣污染物指標數值統計上，目前有許多縣市全年空氣低污染日數比例均已達到 100%，顯示近年來空氣污染的改善確實已經達到一定程度的效果，目前台灣地區空氣品質狀況較嚴重的縣市為高雄縣、高雄市與屏東縣（一般俗稱高高屏地區），目前上述縣市的空氣主要污染物種為臭氧，而臭氧的生成與光化作用十分複雜，而源頭改善管理上也較 PM₁₀ 等空氣污染物嚴重，目前環保署也投入許多經費與人力在協助改善這一區域的空氣品質。

在人口數而言，台北縣與台北市仍是台灣地區人口最多的兩個縣市，而在 88 年至 92 年這段期間內，各縣市人口仍有成長，但成長幅度已逐漸趨緩，在原因分析上的結果主要是在資源有限與全球化競爭潮流下所產生的工作競爭與壓力，造成一般民眾不願生育所產生的少子化現象，目前已有社會學者表示此一結果將會加入台灣地區提早進入老年化社會。對於國家財政或經濟發展均有不利的影響。

5-2 模型一計算結果與分析

5-2-1 技術效率計算與分析

今利用章節 4-4 所蒐集相關數據以資料包絡分析法的計算結果，其中規模報酬區分為三種類型：irs 代表規模報酬遞增，drs 代表規模報酬遞減，crs 代表最適規模。

88 年各縣市空氣品質維護效率值如表 5-2 所示：

表 5-2 88 年各縣市政府空氣品質維護當期效率值

編號	縣市名稱	技術效率	純粹技術效率	規模效率	規模報酬
1	臺北縣	0.046	0.046	1.000	crs
2	宜蘭縣	0.536	0.550	0.973	drs
3	桃園縣	0.194	0.254	0.762	drs
4	新竹縣	1.000	1.000	1.000	crs
5	苗栗縣	0.520	0.523	0.994	irs
6	台中縣	0.150	0.161	0.928	drs
7	彰化縣	0.224	0.226	0.993	irs
8	南投縣	0.427	0.461	0.926	irs
9	雲林縣	0.375	0.405	0.928	drs
10	嘉義縣	0.362	0.364	0.995	irs
11	臺南縣	0.233	0.233	0.999	crs
12	高雄縣	0.180	0.192	0.937	irs
13	屏東縣	0.281	0.298	0.944	irs
14	臺東縣	1.000	1.000	1.000	crs
15	花蓮縣	0.657	0.951	0.691	drs
16	基隆市	0.412	0.421	0.980	drs
17	新竹市	0.645	0.655	0.985	irs
18	臺中市	0.343	0.389	0.881	drs
19	嘉義市	0.758	0.773	0.981	irs
20	臺南市	0.392	0.394	0.993	irs
21	臺北市	0.067	0.068	0.993	crs
22	高雄市	0.072	0.077	0.929	irs
平均值		0.403	0.429	0.946	

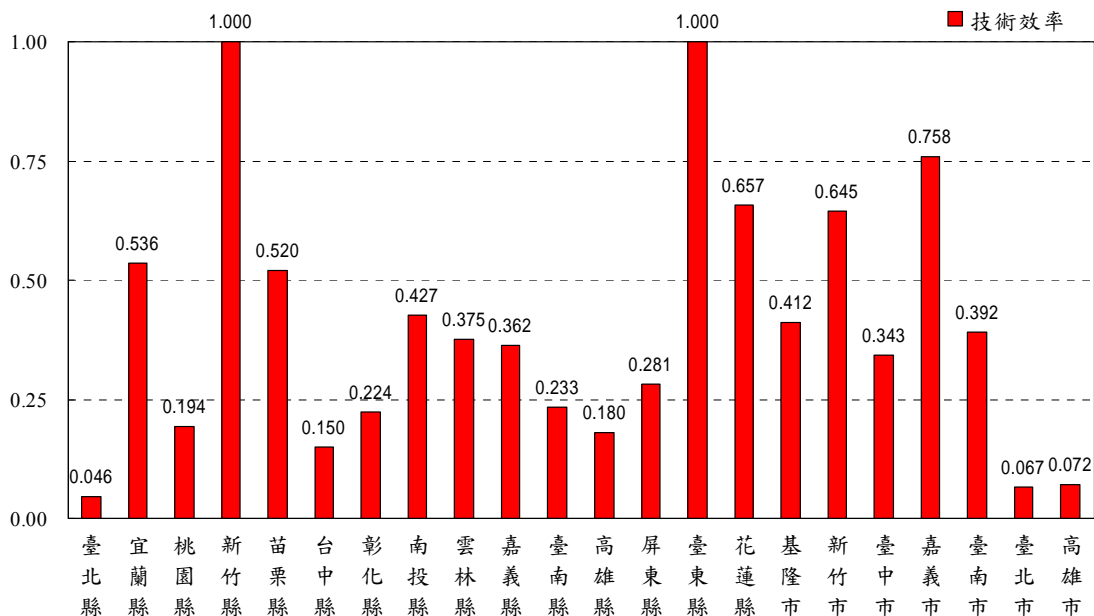


圖 5-1 88 年各縣市政府空氣品質維護技術效率值

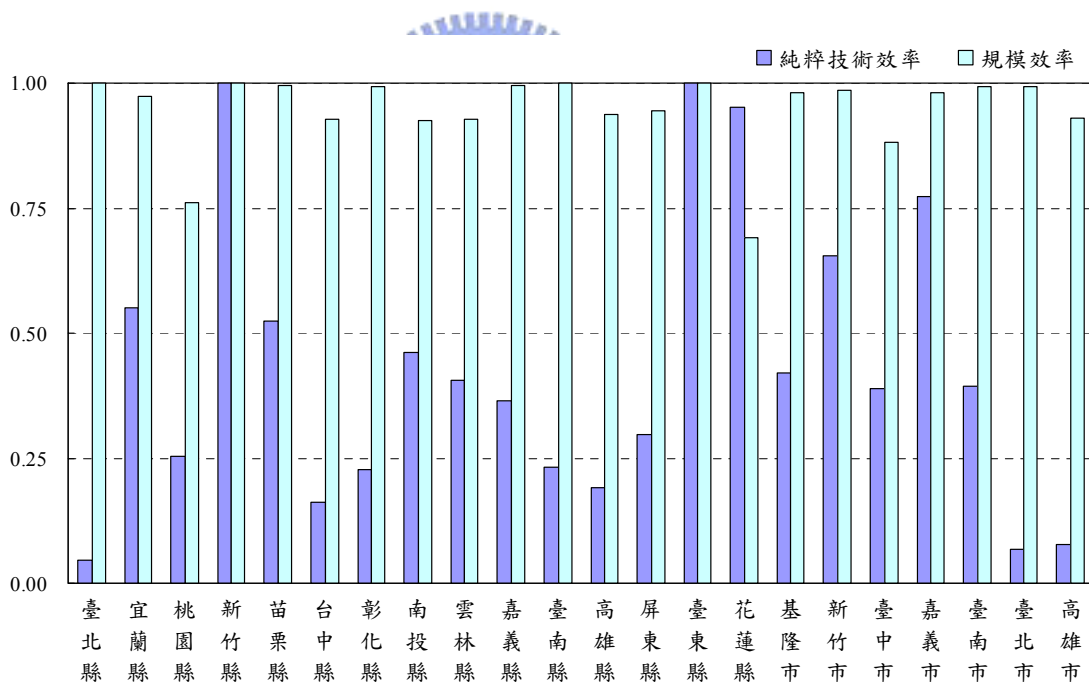


圖 5-2 88 年各縣市政府空氣品質維護純粹技術與規模效率值

由表 5-2 計算結果顯示，當期技術效率較佳的縣市為新竹縣與台東縣，而相對不佳的縣市則為台北縣與台北市；純粹技術效率較佳的縣市則為新竹縣、台東縣，而相對不佳的縣市則為台北縣與台北市；

規模效率較佳的縣市則為台北縣，規模效率相對不佳的縣市為桃園縣與花蓮縣。

89 年各縣市空氣品質維護效率值如表 5-3 所示：

表 5-3 89 年各縣市政府空氣品質維護當期效率值

編號	縣市名稱	技術效率	純粹技術效率	規模效率	規模報酬
1	臺北縣	0.060	0.061	0.974	irs
2	宜蘭縣	0.780	0.784	0.995	irs
3	桃園縣	0.244	0.254	0.962	drs
4	新竹縣	1.000	1.000	1.000	crs
5	苗栗縣	0.782	0.794	0.985	irs
6	台中縣	0.202	0.203	0.999	crs
7	彰化縣	0.280	0.291	0.964	irs
8	南投縣	0.780	0.849	0.919	irs
9	雲林縣	0.510	0.532	0.958	irs
10	嘉義縣	0.470	0.481	0.978	irs
11	臺南縣	0.268	0.272	0.983	irs
12	高雄縣	0.250	0.287	0.871	irs
13	屏東縣	0.385	0.430	0.895	irs
14	臺東縣	1.000	1.000	1.000	crs
15	花蓮縣	0.685	0.789	0.867	drs
16	基隆市	0.408	0.416	0.981	irs
17	新竹市	0.482	0.488	0.988	irs
18	臺中市	0.440	0.457	0.964	irs
19	嘉義市	0.778	0.797	0.976	irs
20	臺南市	0.518	0.529	0.980	irs
21	臺北市	0.087	0.090	0.974	irs
22	高雄市	0.085	0.092	0.917	irs
平均值		0.477	0.495	0.960	

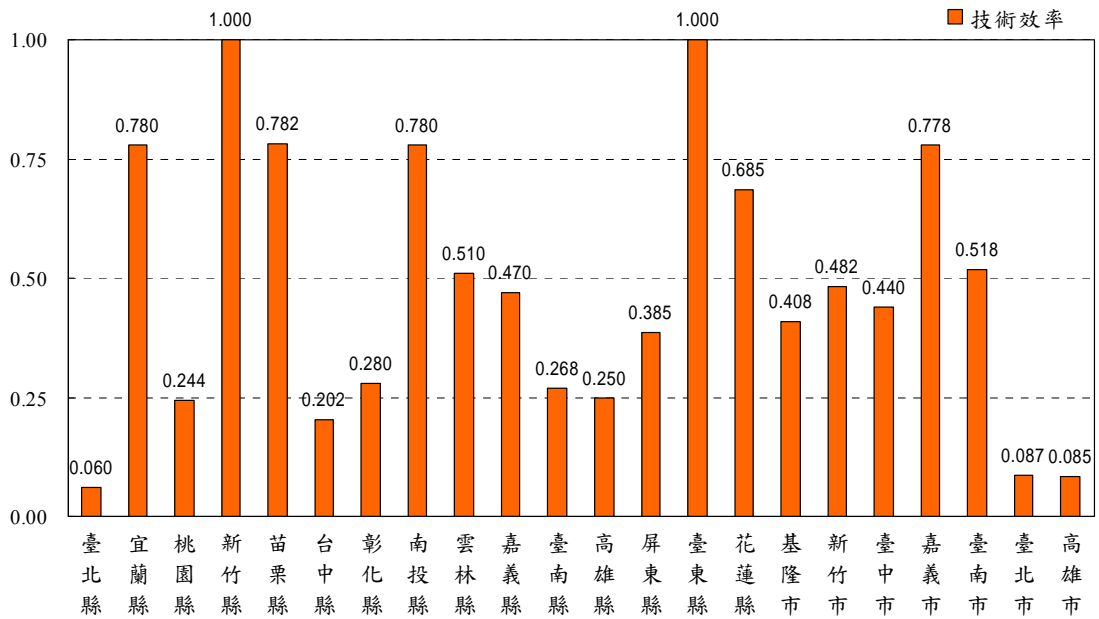


圖 5-3 89 年各縣市政府空氣品質維護技術效率值

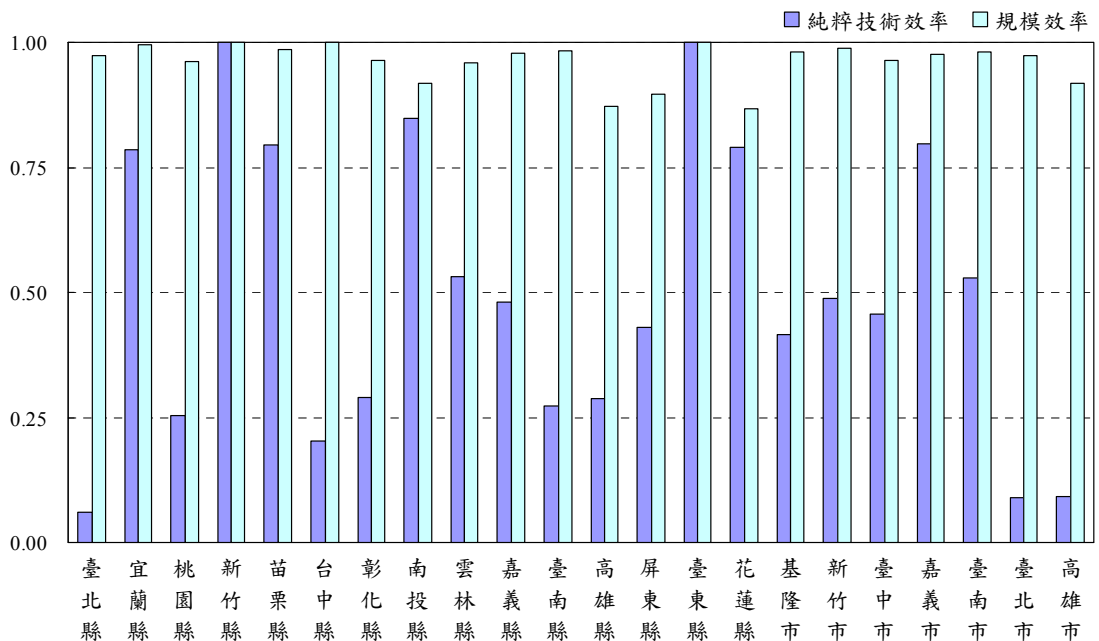


圖 5-4 89 年各縣市政府空氣品質維護純粹技術與規模效率值

由 89 年計算結果顯示，當期技術效率較佳的縣市為新竹縣與台東縣，而相對不佳的縣市則為台北縣與高雄市；純粹技術效率較佳的縣市則為新竹縣與台東縣，而相對不佳的縣市則為台北縣與台北市；規模效率較佳的縣市則為台北縣，規模效率相對不佳的縣市為花蓮縣與高雄縣。

90 年各縣市空氣品質維護效率值如表 5-4 所示：

表 5-4 90 年各縣市政府空氣品質維護當期效率值

編號	縣市名稱	技術效率	純粹技術效率	規模效率	規模報酬
1	臺北縣	0.078	0.079	0.991	irs
2	宜蘭縣	0.723	1.000	0.723	drs
3	桃園縣	0.303	0.339	0.893	drs
4	新竹縣	1.000	1.000	1.000	crs
5	苗栗縣	0.890	0.891	0.999	irs
6	台中縣	0.259	0.259	1.000	crs
7	彰化縣	0.360	0.367	0.981	irs
8	南投縣	0.822	0.844	0.973	irs
9	雲林縣	0.640	0.661	0.968	irs
10	嘉義縣	0.598	0.605	0.988	irs
11	臺南縣	0.354	0.359	0.988	irs
12	高雄縣	0.297	0.322	0.922	irs
13	屏東縣	0.461	0.501	0.920	irs
14	臺東縣	1.000	1.000	1.000	crs
15	花蓮縣	0.817	0.848	0.964	drs
16	基隆市	0.371	0.407	0.912	drs
17	新竹市	0.473	0.493	0.960	drs
18	臺中市	0.554	0.566	0.980	irs
19	嘉義市	1.000	1.000	1.000	crs
20	臺南市	0.481	0.490	0.983	irs
21	臺北市	0.098	0.100	0.979	irs
22	高雄市	0.124	0.132	0.941	irs
平均值		0.532	0.557	0.957	

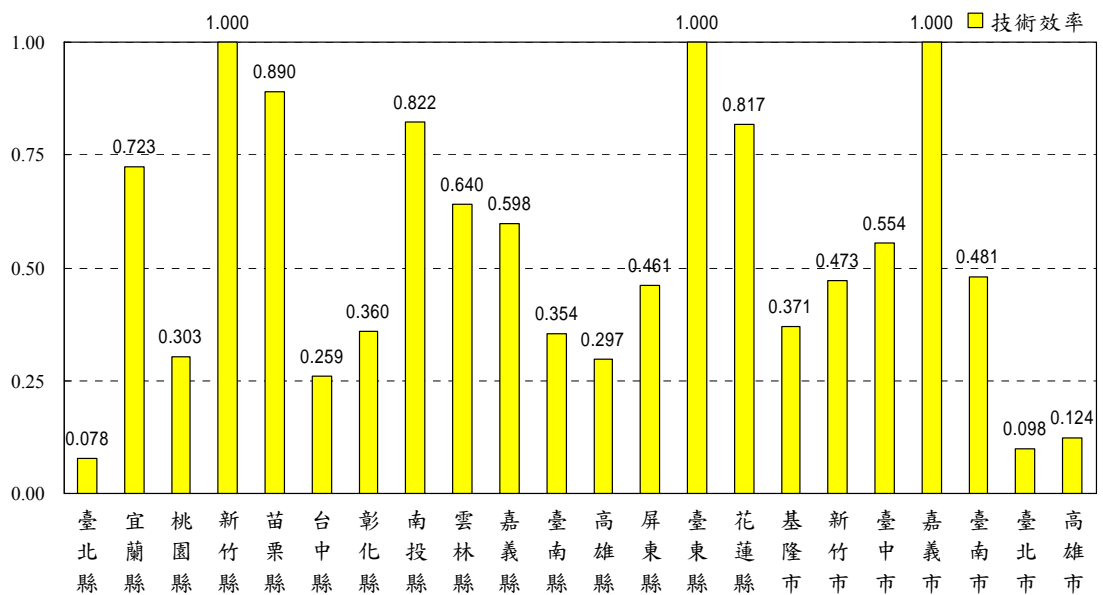


圖 5-5 90 年各縣市政府空氣品質維護技術效率值

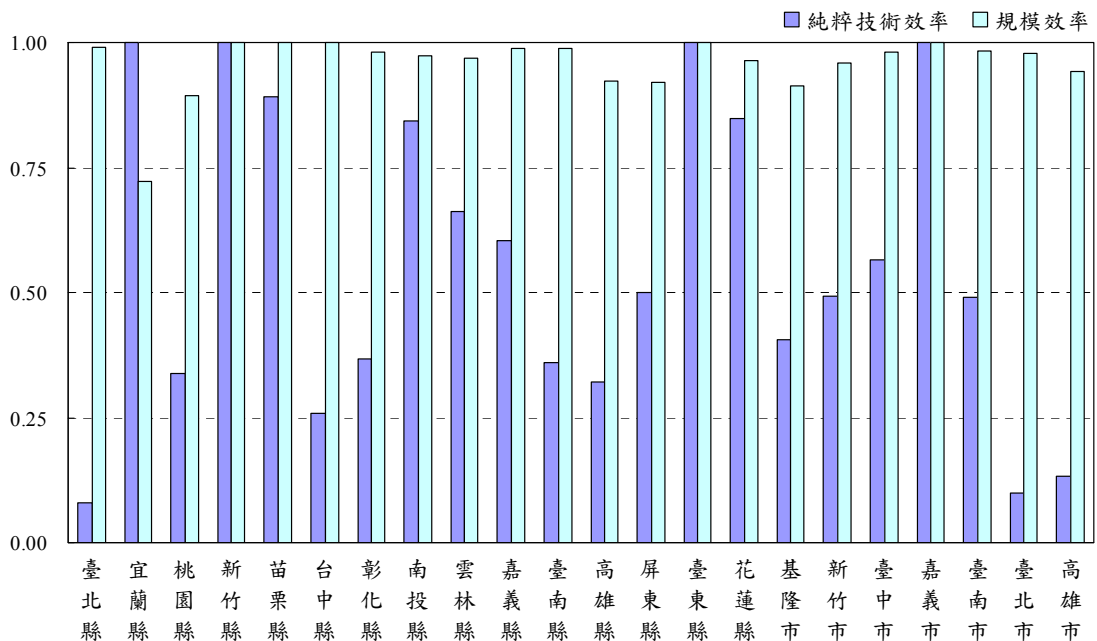


圖 5-6 90 年各縣市政府空氣品質維護純粹技術與規模效率值

由 90 年計算結果顯示，當期技術效率較佳的縣市為新竹縣、台東縣與嘉義縣，而相對不佳的縣市則為台北縣與台北市；純粹技術效率較佳的縣市則為宜蘭縣、新竹縣、台東縣與嘉義市，而相對不佳的縣市則為台北縣與台北市；規模效率較佳的縣市則為新竹縣、台中縣、台東縣與嘉義市，規模效率相對不佳的縣市為宜蘭縣。

91 年各縣市空氣品質維護效率值如表 5-5 所示：

表 5-5 91 年各縣市政府空氣品質維護當期效率值

編號	縣市名稱	技術效率	純粹技術效率	規模效率	規模報酬
1	臺北縣	0.088	0.089	0.996	crs
2	宜蘭縣	0.727	0.744	0.977	drs
3	桃園縣	0.255	0.269	0.951	drs
4	新竹縣	1.000	1.000	1.000	crs
5	苗栗縣	0.694	0.696	0.997	irs
6	台中縣	0.260	0.262	0.993	irs
7	彰化縣	0.404	0.416	0.973	irs
8	南投縣	1.000	1.000	1.000	crs
9	雲林縣	0.583	0.603	0.967	irs
10	嘉義縣	0.559	0.582	0.960	irs
11	臺南縣	0.389	0.399	0.976	irs
12	高雄縣	0.335	0.359	0.933	irs
13	屏東縣	0.427	0.463	0.922	irs
14	臺東縣	1.000	1.000	1.000	crs
15	花蓮縣	0.786	0.906	0.868	drs
16	基隆市	0.418	0.430	0.974	drs
17	新竹市	0.694	0.787	0.882	drs
18	臺中市	0.513	0.516	0.994	irs
19	嘉義市	1.000	1.000	1.000	crs
20	臺南市	0.648	0.677	0.956	irs
21	臺北市	0.094	0.094	0.993	irs
22	高雄市	0.163	0.172	0.950	irs
平均值		0.547	0.567	0.967	

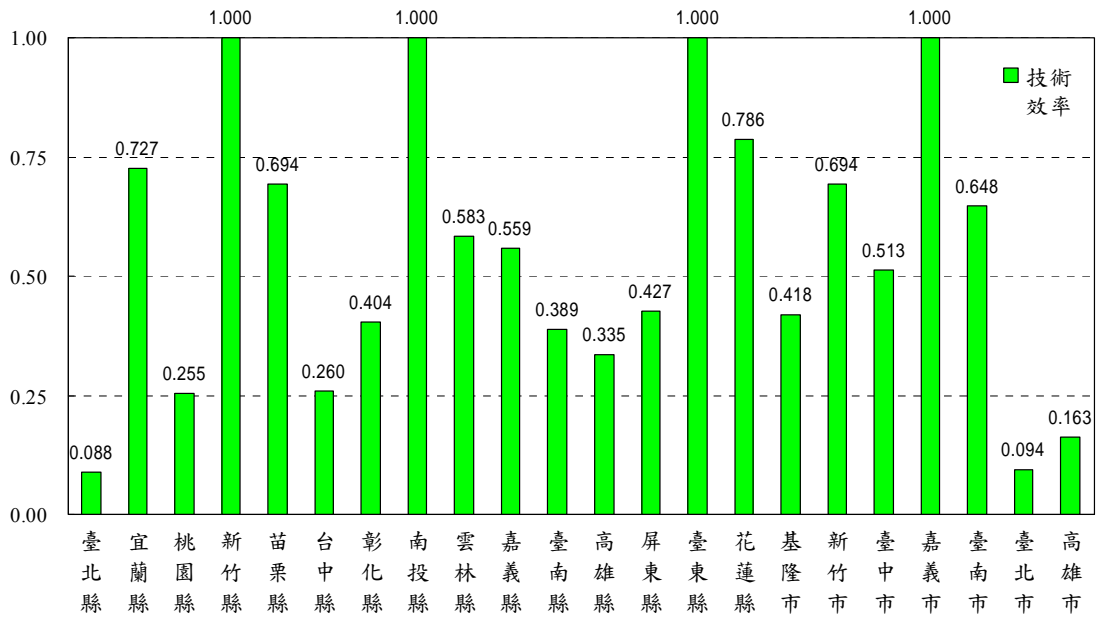


圖 5-7 91 年各縣市政府空氣品質維護技術效率值

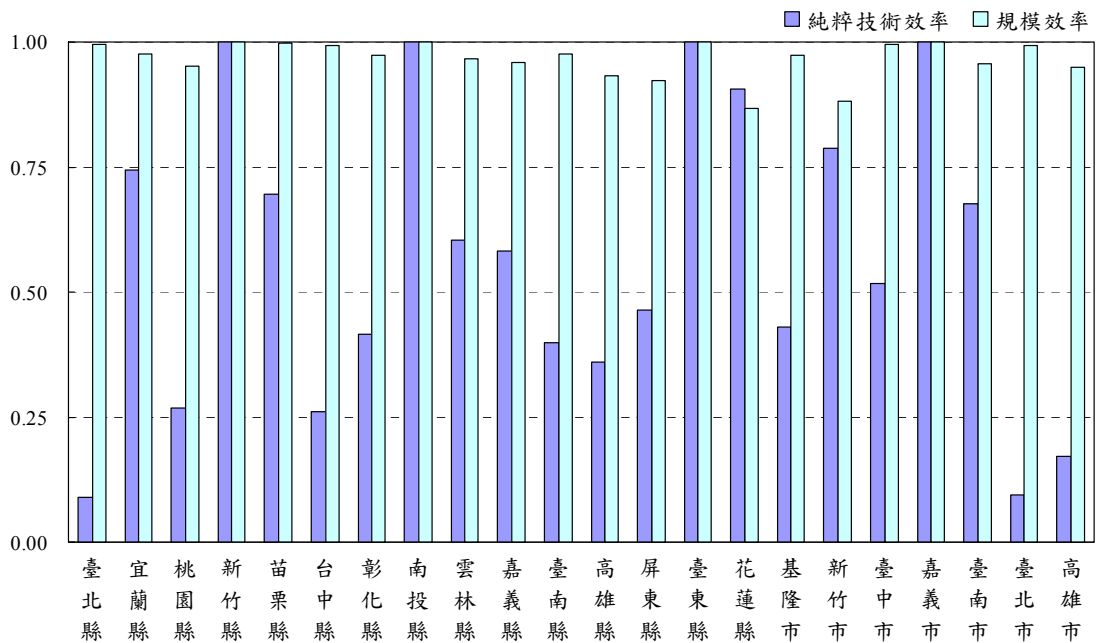


圖 5-8 91 年各縣市政府空氣品質維護技術與規模效率

由 91 年計算結果顯示，當期技術效率較佳的縣市為新竹縣、南投縣、台東縣與嘉義市，而相對不佳的縣市則為台北縣與台北市；純粹

技術效率較佳的縣市則為新竹縣、南投縣、台東縣與嘉義市，而相對不佳的縣市則為台北縣與台北市；規模效率較佳的縣市則為新竹縣、南投縣、台東縣與嘉義市，規模效率相對不佳的縣市為新竹市。

92 年各縣市空氣品質維護效率值如表 5-6 所示：

表 5-6 92 年各縣市政府空氣品質維護當期效率值

編號	縣市名稱	技術效率	純粹技術效率	規模效率	規模報酬
1	臺北縣	0.089	0.092	0.966	drs
2	宜蘭縣	0.702	0.737	0.953	drs
3	桃園縣	0.307	0.322	0.955	drs
4	新竹縣	0.852	0.885	0.962	drs
5	苗栗縣	0.627	0.627	1.000	crs
6	台中縣	0.262	0.271	0.969	drs
7	彰化縣	0.422	0.434	0.972	drs
8	南投縣	0.764	0.808	0.945	irs
9	雲林縣	0.578	0.592	0.978	drs
10	嘉義縣	0.582	0.595	0.978	drs
11	臺南縣	0.405	0.416	0.974	drs
12	高雄縣	0.312	0.325	0.961	irs
13	屏東縣	0.452	0.477	0.948	irs
14	臺東縣	1.000	1.000	1.000	crs
15	花蓮縣	0.833	0.875	0.953	drs
16	基隆市	0.479	0.502	0.955	drs
17	新竹市	0.613	0.644	0.953	drs
18	臺中市	0.585	0.599	0.977	drs
19	嘉義市	1.000	1.000	1.000	crs
20	臺南市	0.643	0.651	0.988	irs
21	臺北市	0.107	0.110	0.973	drs
22	高雄市	0.181	0.184	0.985	irs
平均值		0.536	0.552	0.970	

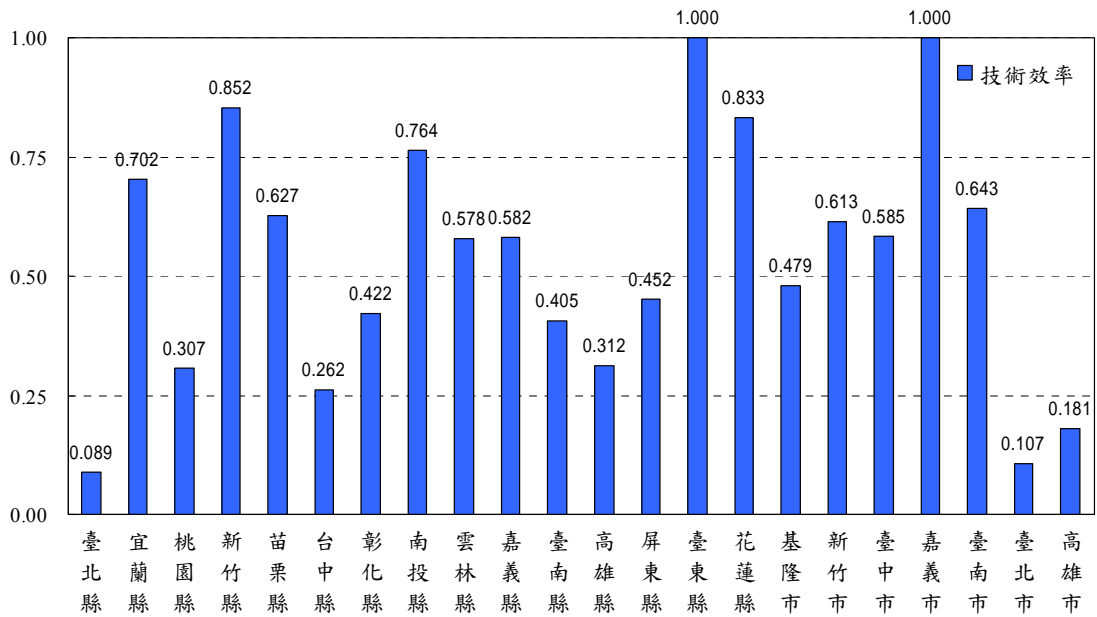


圖 5-9 92 年各縣市政府空氣品質維護技術效率值

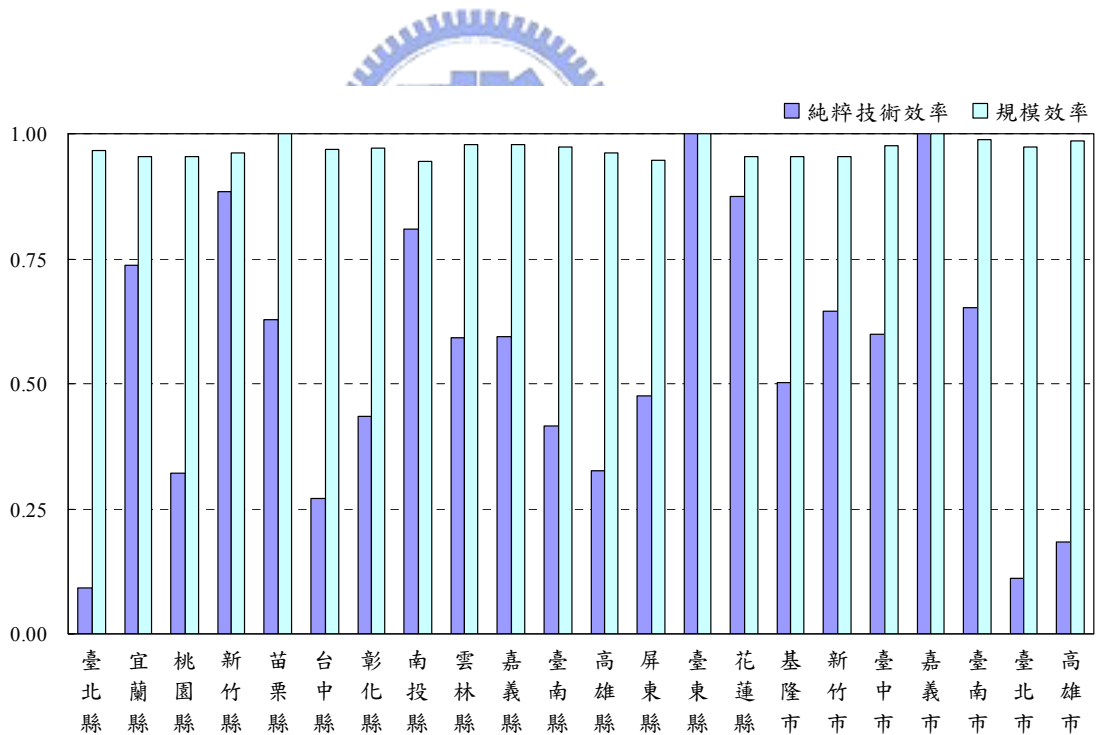


圖 5-10 92 年各縣市政府空氣品質維護純粹技術與規模效率值

由 92 年計算結果顯示，當期技術效率較佳的縣市為台東縣與嘉義市，而相對不佳的縣市則為台北縣與台北市；純粹技術效率較佳的縣市則為苗栗縣、台東縣與嘉義市，而相對不佳的縣市則為台北縣與台

北市；規模效率較佳的縣市則為苗栗縣、台東縣與嘉義市，規模效率數值則各縣市之間差異不大。

表 5-7 88 年至 92 年各縣市空氣品質維護技術效率評價一覽表

年度	等級	縣市名稱
88	優	新竹縣、台東縣、嘉義市 (3)
	好	宜蘭縣、苗栗縣、花蓮縣、新竹市 (4)
	普通	南投縣、雲林縣、嘉義縣、屏東縣、基隆市、台中市、台南市 (7)
	不佳	台北縣、桃園縣、台中縣、彰化縣、台南縣、高雄縣、高雄市、台北市 (8)
89	優	宜蘭縣、新竹縣、苗栗縣、南投縣、台東縣、嘉義市 (6)
	好	雲林縣、花蓮縣、台南市 (3)
	普通	彰化縣、嘉義縣、台南縣、高雄縣、屏東縣、基隆市、新竹市、台中市 (8)
	不佳	台北縣、桃園縣、台中縣、台北市、高雄市 (5)
90	優	新竹縣、苗栗縣、南投縣、台東縣、花蓮縣、嘉義市 (6)
	好	宜蘭縣、雲林縣、嘉義縣、台中市 (4)
	普通	桃園縣、台中縣、彰化縣、台南縣、高雄縣、屏東縣、基隆市、新竹市、台南市 (9)
	不佳	台北縣、台北市、高雄市 (3)
91	優	新竹縣、南投縣、台東縣、花蓮縣、嘉義市 (5)
	好	宜蘭縣、苗栗縣、雲林縣、嘉義縣、新竹市、台南市、台中市 (7)
	普通	桃園縣、台中縣、彰化縣、台南縣、高雄縣、屏東縣、基隆市 (7)
	不佳	台北縣、台北市、高雄市 (3)
92	優	新竹縣、南投縣、台東縣、花蓮縣、嘉義市 (5)
	好	宜蘭縣、苗栗縣、雲林縣、嘉義縣、新竹市、台中市、台南市 (7)
	普通	桃園縣、台中縣、彰化縣、台南縣、高雄縣、屏東縣、基隆市 (7)
	不佳	台北縣、台北市、高雄市 (3)

註：上述項目以技術效率為計算結果依據

由上述五年的統計結果可知，在技術效率上以新竹縣、台東縣與嘉義市在技術效率上獲得了較高的評價，其結果代表雖然上述縣市雖然投入的環保經費與人力相對而言較少，但在考量全年空氣低污染日數比例（ $PSI \leq 100$ ）的產出指標上，上述縣市在環保經費與人力的投入產出效率評估上是屬於較有效率的縣市，其原因應為雖然其環保經費相對其他人口眾多縣市而言並不多（例如：新竹縣在 92 年的環保經費約僅為台北市環保經費的 13.8%），但是因為該地區本身的環境負荷（大氣涵容能力）仍然則足以負擔該地區人口及相關產業所產生的空氣污染，因此其空氣品質維護技術效率仍屬於有效率的一群。同樣的技術效率上相對不佳縣市上則是屬於台北縣、台北市、高雄市等人口眾多的縣市，分析其原因應為目前上述縣市的純粹技術效率值偏低，雖然上述縣市人口數眾多而分配到較多的環保經費，但是因為純粹技術效率值太低導致技術效率計算結果被歸屬於不具效率的縣市。

根據模型一的計算結果可知，純粹技術效率上較佳的縣市仍以新竹縣、台東縣與嘉義市為主，而純粹技術效率較差的縣市則為台北縣與台北市，此兩者之共同特徵除人口數眾多外，其工廠之固定污染源均不多，因此其空氣污染之主要來源來自於交通工具等線源及營建工地等面源污染，上述兩者之空氣污染防制原本就比點源污染較不易控制，上述說明了都會區的空氣品質污染在控制科技與相關技術上仍有其困難而難以解決之處。

而在規模報酬的計算結果上，自民國 90 年起多數縣市均因規模報酬遞減而導致技術效率不足，此部分應縮小規模，而南投縣、屏東縣等縣市則因為規模報酬遞增，應進一步擴大規模，才能提升技術效率。目前根據空氣品質監測數據顯示高高屏地區目前尚無法達到環保署空氣污染的管制指標（根據環保署計畫：高高屏地區全年空氣低污染日數比例於民國 94 年時應該小於 2%），因此擴大高高屏空氣污染防制經費的投入，在規模報酬遞增的效果下空氣品質維護工作上可獲致更佳的效果。

5-2-2 各縣市具效率值空氣品質管制目標計算與分析

本研究中除了以資料包絡分析法 (DEA) 計算出各縣市空氣品質維護效率數值外，DEA 亦可提供各縣市在具最佳效率下其產出項目的產出目標數值。以 DEA 計算出民國 88 年至 92 年台灣地區各縣市全年空氣高污染日數 (PSI>100) 具效率下的管制目標如表 5-8 所示：

表 5-8 88 至 92 年各縣市全年空氣高污染日數比例效率管制目標目標比例與環保署管制目標比較表

編號	縣市名稱	各縣市全年空氣高污染日數比例效率管制目標					環保署管制目標
		88	89	90	91	92	3%
1	臺北縣	3.5%	1.6%	1.4%	1.6%	1.3%	3%
2	宜蘭縣	0.3%	0.0%	0.1%	0.1%	0.0%	3%
3	桃園縣	1.2%	1.6%	1.0%	1.7%	0.3%	3%
4	新竹縣	3.5%	2.1%	1.2%	1.6%	1.0%	3%
5	苗栗縣	1.5%	0.5%	0.5%	0.8%	0.7%	3%
6	台中縣	2.8%	1.7%	1.5%	1.4%	1.7%	3%
7	彰化縣	3.5%	1.8%	1.3%	1.3%	1.9%	3%
8	南投縣	2.7%	0.4%	0.9%	2.6%	0.0%	3%
9	雲林縣	2.9%	0.3%	0.9%	0.4%	2.4%	3%
10	嘉義縣	3.5%	2.1%	1.4%	0.7%	2.2%	3%
11	臺南縣	3.5%	2.1%	1.3%	1.7%	2.1%	3%
12	高雄縣	3.5%	1.2%	1.4%	0.5%	4.4%	3%
13	屏東縣	3.5%	0.3%	0.7%	0.8%	0.6%	3%
14	臺東縣	0.0%	0.0%	0.5%	0.0%	0.0%	3%
15	花蓮縣	0.3%	0.0%	1.1%	0.0%	0.0%	3%
16	基隆市	1.4%	1.4%	0.9%	0.0%	0.3%	3%
17	新竹市	0.7%	0.4%	1.1%	0.3%	0.0%	3%
18	臺中市	1.9%	1.2%	1.0%	2.2%	2.3%	3%
19	嘉義市	1.7%	1.7%	2.8%	2.2%	4.4%	3%
20	臺南市	3.5%	2.1%	2.8%	0.3%	1.7%	3%
21	臺北市	3.4%	2.1%	0.7%	1.1%	2.0%	3%
22	高雄市	3.5%	2.1%	2.4%	2.1%	4.4%	3%

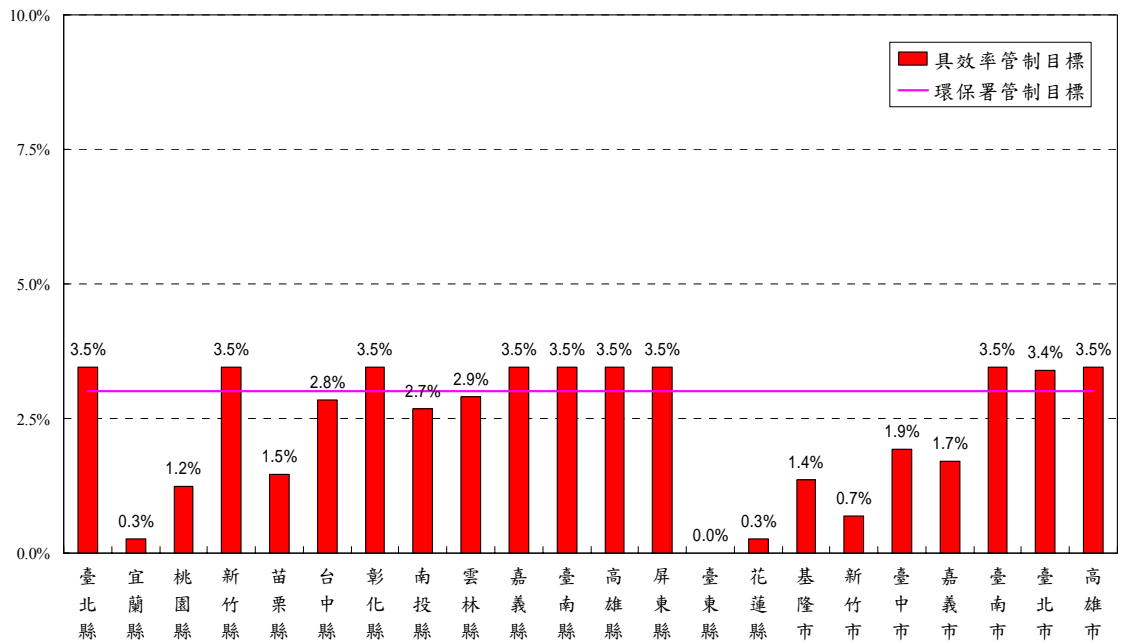


圖 5-11 88 年全年空氣高污染日數比例管制目標比較圖

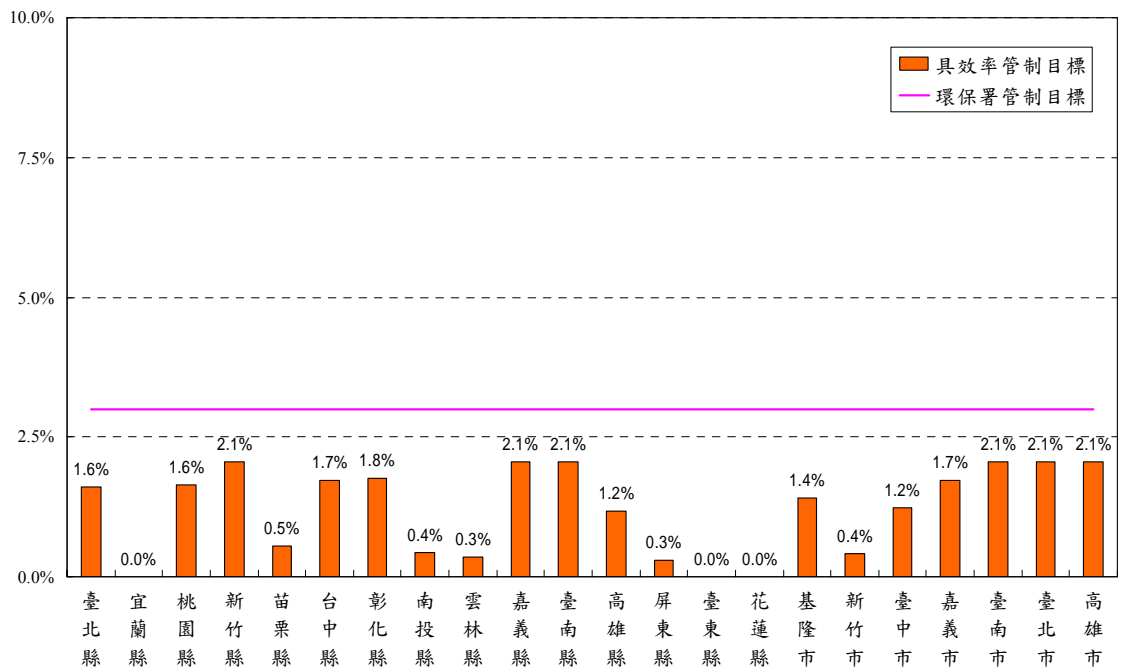


圖 5-12 89 年全年空氣高污染日數比例管制目標比較圖

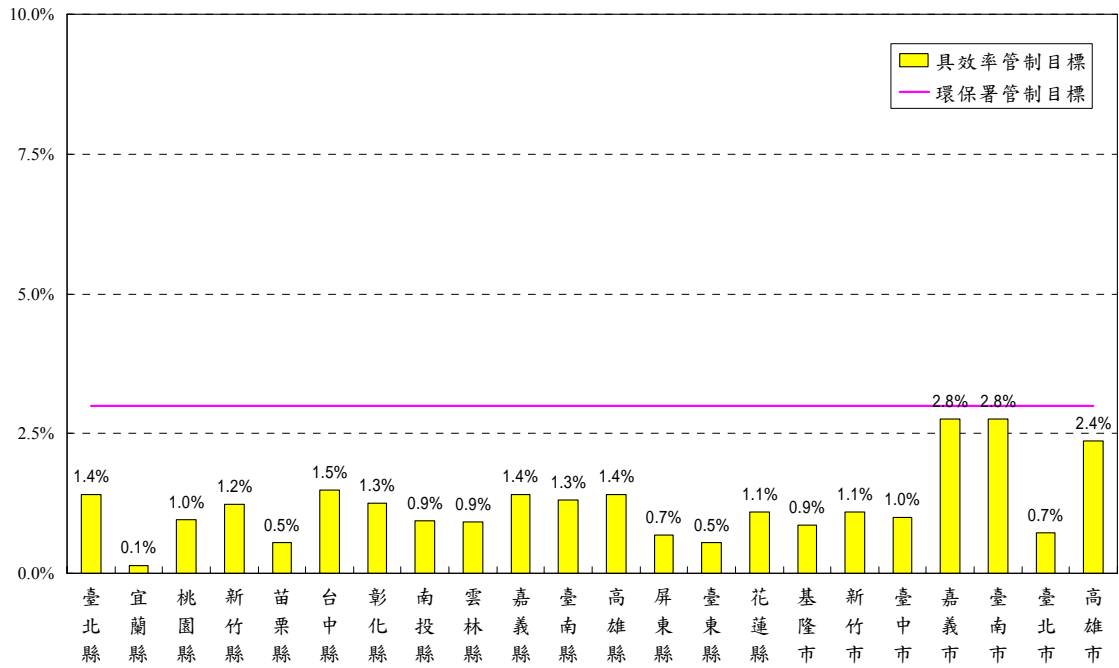


圖 5-13 90 年全年空氣高污染日數比例管制目標比較圖

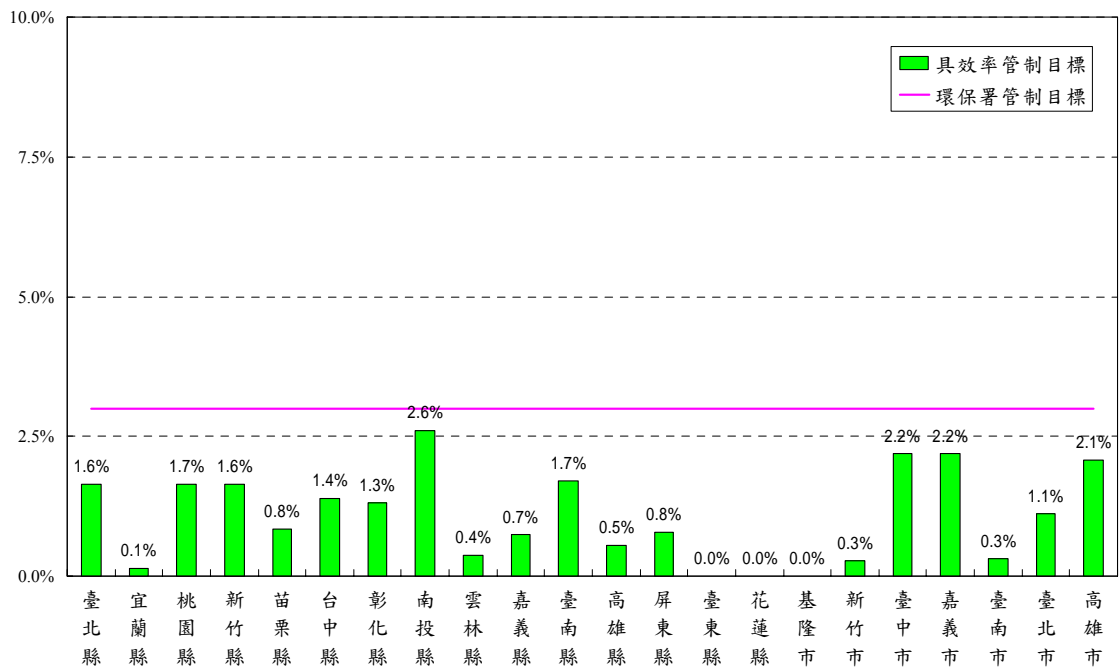


圖 5-14 91 年全年空氣高污染日數比例管制目標比較圖

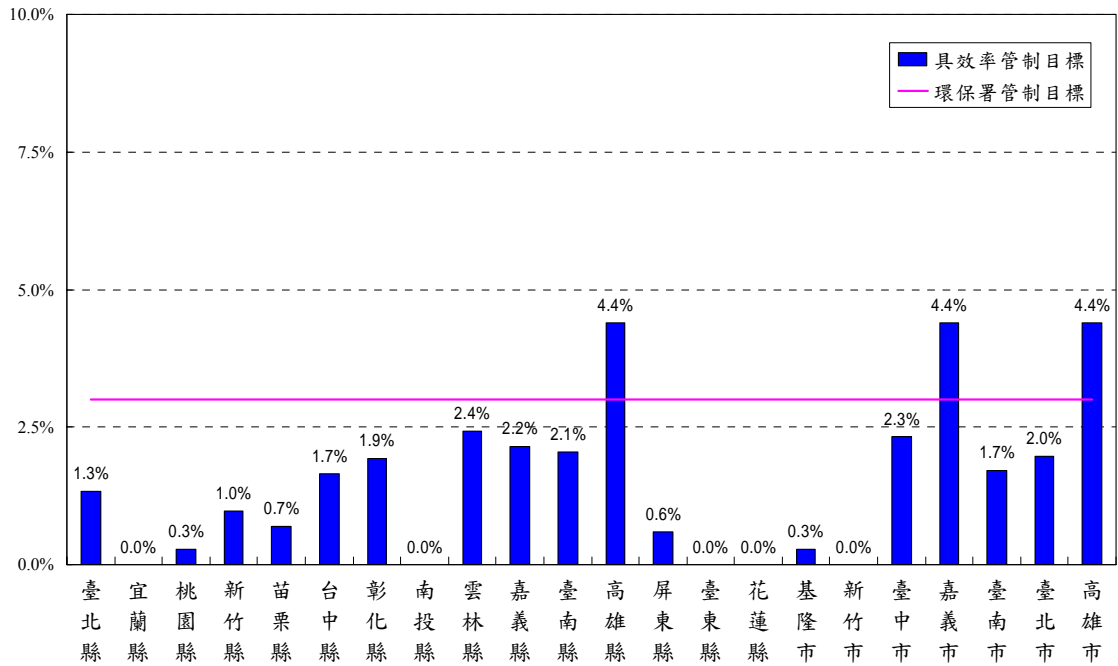


圖 5-15 92 年全年空氣高污染日數比例管制目標比較圖

由 88 年至 92 年的計算結果顯示，89 至 91 年各縣市的空氣高污染日數的管制目標均應較環保署所訂定的 3% 的管制目標嚴格，而 92 年的計算結果顯示部分縣市應該放寬其管制目標，以民國 92 年為例，高雄縣與高雄市當年度的空氣品質管制目標應訂為 4.4%。上述計算結果主要可顯示部分縣市政府的環保經費與人力投入而無法達成空氣品質管制目標的原因並非其效率不佳，而可能是受到其他因素的影響（例如：環保經費的逐年減少與高污染工業在台灣的持續發展）。

由上述結果可知，在具備效率值的考量下，部分縣市（例如：宜蘭縣）的全年空氣高污染日數比例管制目標應該訂定較現行環保署管制標準更為嚴格，因此宜蘭縣應考量訂定更嚴格的管制目標（例如：考量將全年空氣低污染日數比例（ $PSI \leq 100$ ）管制目標提升為全年空氣無污染天數比例（ $PSI < 50$ ）的管制目標；而部分縣市考量其技術效率下應該訂定比現行標準較為寬鬆的管制目標（例如：高雄縣市），。因此上述方式可作為考量各縣市因經費與人力不同的投入項目下訂出具效率的空氣品質管制目標。以 92 年為例，台灣地區 22 縣市中有高雄縣、嘉義市與高雄市等三個縣市全年空氣低污染日數比例應較環保

署現行管制目標 3% 為寬。

5-3 模型二計算結果

5-3-1 技術效率計算與分析

以章節 4-4 所蒐集的相關數據使用資料包絡分析法的計算結果，88 年各縣市空氣品質維護效率值如表 5-9 所示：

表 5-9 88 年各縣市政府空氣品質維護當期效率值

編號	縣市名稱	技術效率	純粹技術效率	規模效率	規模報酬
1	臺北縣	0.368	1.000	0.368	drs
2	宜蘭縣	0.900	1.000	0.900	drs
3	桃園縣	0.754	1.000	0.754	drs
4	新竹縣	1.000	1.000	1.000	crs
5	苗栗縣	0.894	1.000	0.894	drs
6	台中縣	0.515	1.000	0.515	drs
7	彰化縣	0.675	1.000	0.675	drs
8	南投縣	0.593	0.635	0.933	drs
9	雲林縣	0.642	0.821	0.782	drs
10	嘉義縣	0.470	0.544	0.863	drs
11	臺南縣	0.593	0.861	0.688	drs
12	高雄縣	0.510	0.748	0.682	drs
13	屏東縣	0.589	0.788	0.747	drs
14	臺東縣	1.000	1.000	1.000	crs
15	花蓮縣	0.539	0.636	0.847	irs
16	基隆市	0.481	0.497	0.969	drs
17	新竹市	0.822	0.866	0.949	drs
18	臺中市	0.793	1.000	0.793	drs
19	嘉義市	0.593	0.773	0.768	irs
20	臺南市	0.657	0.818	0.803	drs
21	臺北市	0.410	0.932	0.440	drs
22	高雄市	0.244	0.317	0.771	drs
平均值		0.638	0.829	0.779	

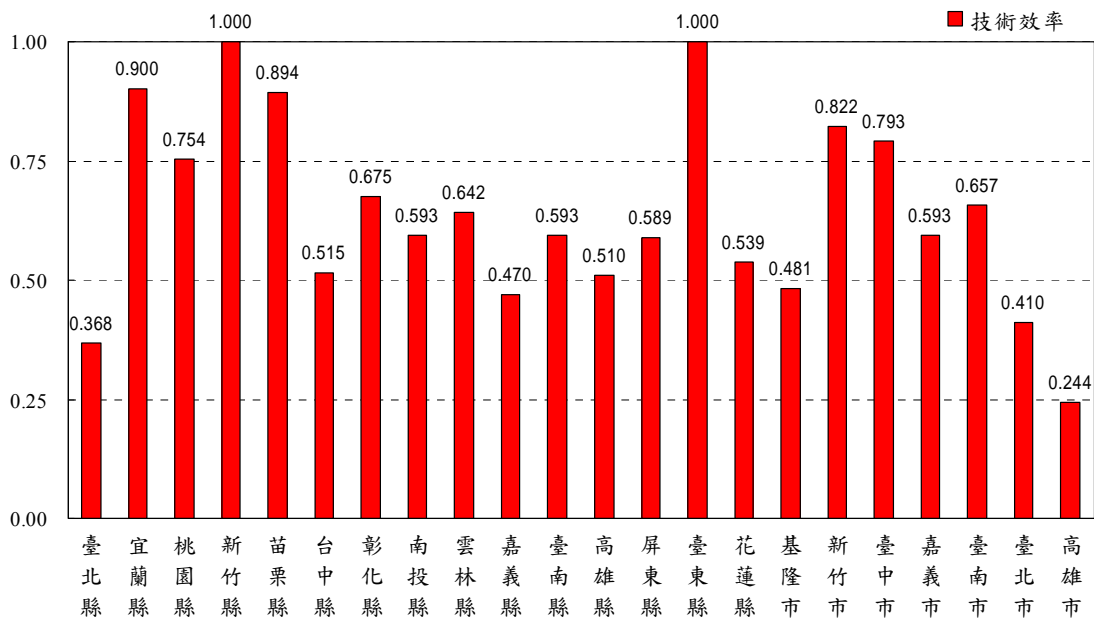


圖 5-16 88 年各縣市政府空氣品質維護技術效率值

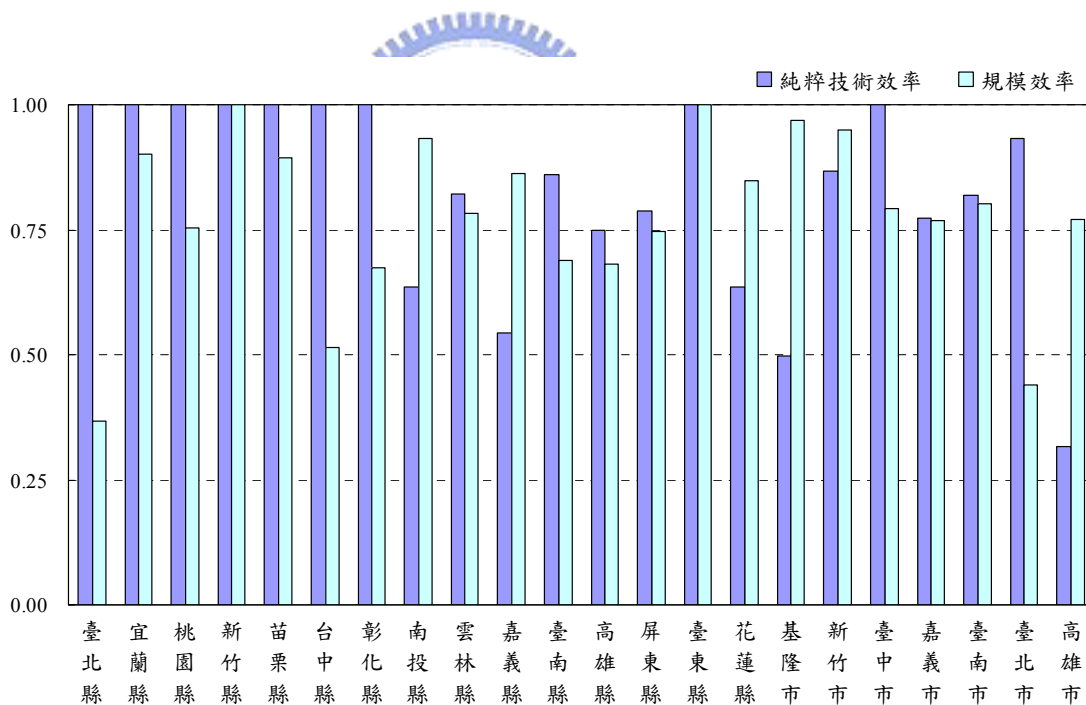


圖 5-17 88 年各縣市政府空氣品質維護純粹技術與規模效率值

由 88 年計算結果顯示，當期技術效率較佳的縣市為新竹縣與台東縣，而相對不佳的縣市則為台北縣與高雄市；純粹技術效率較佳的縣市則為台北縣等 7 個縣市，而相對不佳的縣市則為基隆市與高雄市；規模效率較佳的縣市則為新竹縣與台東縣，規模效率相對不佳的縣市

為台北縣與台北市。

89 年各縣市空氣品質維護效率值如表 5-10 所示：

表 5-10 89 年各縣市政府空氣品質維護當期效率值

編號	縣市名稱	技術效率	純粹技術效率	規模效率	規模報酬
1	臺北縣	0.486	1.000	0.486	drs
2	宜蘭縣	1.000	1.000	1.000	crs
3	桃園縣	0.963	1.000	0.963	drs
4	新竹縣	1.000	1.000	1.000	crs
5	苗栗縣	1.000	1.000	1.000	crs
6	台中縣	0.688	0.967	0.712	drs
7	彰化縣	0.836	1.000	0.836	drs
8	南投縣	1.000	1.000	1.000	crs
9	雲林縣	0.947	1.000	0.947	drs
10	嘉義縣	0.601	0.618	0.973	drs
11	臺南縣	0.674	0.768	0.878	drs
12	高雄縣	0.704	0.904	0.779	drs
13	屏東縣	0.891	1.000	0.891	drs
14	臺東縣	0.742	1.000	0.742	irs
15	花蓮縣	0.551	0.673	0.819	irs
16	基隆市	0.361	0.417	0.866	irs
17	新竹市	0.427	0.521	0.820	irs
18	臺中市	0.969	1.000	0.969	drs
19	嘉義市	0.471	0.797	0.591	irs
20	臺南市	0.866	0.888	0.975	drs
21	臺北市	0.525	0.924	0.569	drs
22	高雄市	0.287	0.316	0.908	drs
平均值		0.727	0.854	0.851	

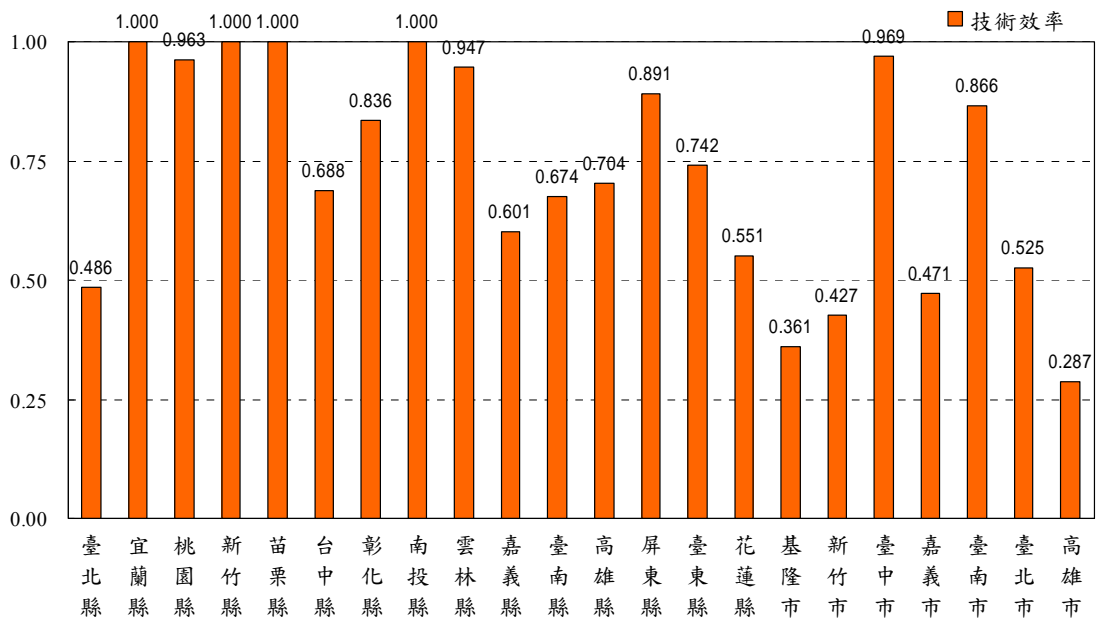


圖 5-18 89 年各縣市政府空氣品質維護技術效率值

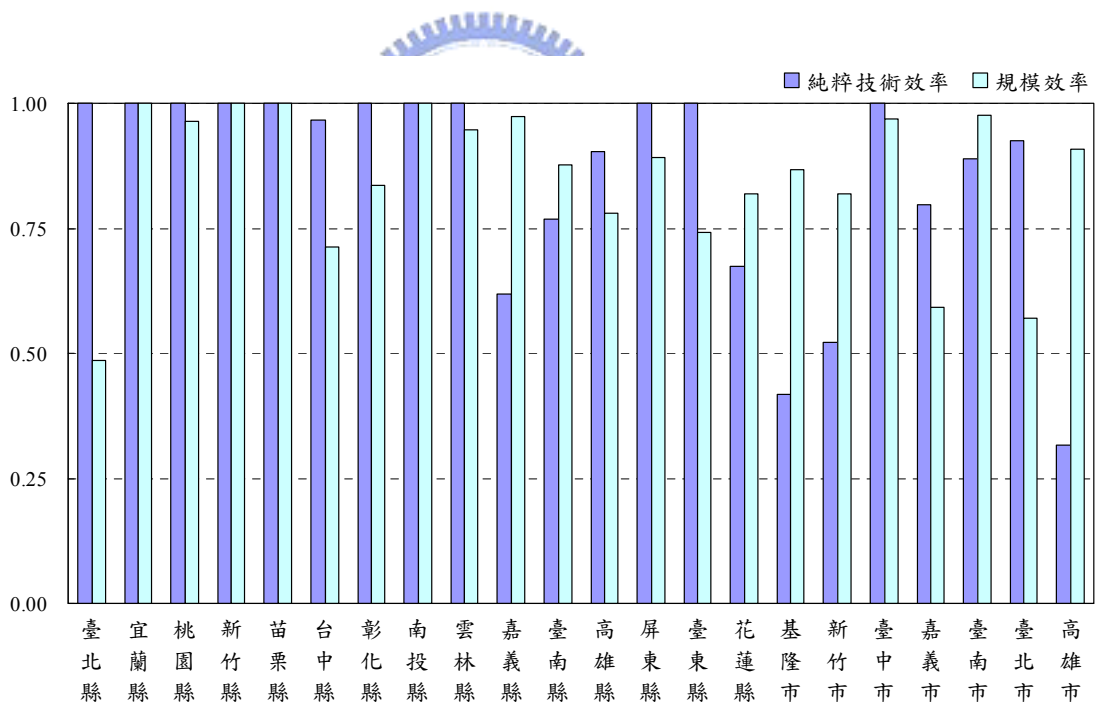


圖 5-19 89 年各縣市政府空氣品質維護純粹技術與規模效率值

由 89 年計算結果顯示，當期技術效率較佳的縣市為宜蘭縣、苗栗縣、新竹縣與南投縣，而相對不佳的縣市則為高雄縣；純粹技術效率較佳的縣市則為台北縣等 11 個縣市，而相對不佳的縣市則為基隆市與高雄市；規模效率較佳的縣市則為新竹縣、苗栗縣與南投縣，規模效

率相對不佳的縣市為台北縣。

90 年各縣市空氣品質維護效率值如表 5-11 所示：

表 5-11 90 年各縣市政府空氣品質維護當期效率值

編號	縣市名稱	技術效率	純粹技術效率	規模效率	規模報酬
1	臺北縣	0.543	1.000	0.543	drs
2	宜蘭縣	0.628	0.772	0.813	irs
3	桃園縣	1.000	1.000	1.000	crs
4	新竹縣	0.862	1.000	0.862	irs
5	苗栗縣	1.000	1.000	1.000	crs
6	台中縣	0.751	0.910	0.825	drs
7	彰化縣	0.914	1.000	0.914	drs
8	南投縣	0.836	0.974	0.858	irs
9	雲林縣	0.910	0.957	0.951	irs
10	嘉義縣	0.650	0.721	0.902	irs
11	臺南縣	0.758	0.778	0.974	drs
12	高雄縣	0.710	0.735	0.966	drs
13	屏東縣	0.862	0.938	0.919	drs
14	臺東縣	0.532	1.000	0.532	irs
15	花蓮縣	0.557	0.815	0.683	irs
16	基隆市	0.280	0.369	0.758	irs
17	新竹市	0.340	0.471	0.723	irs
18	臺中市	1.000	1.000	1.000	crs
19	嘉義市	0.512	1.000	0.512	irs
20	臺南市	0.672	0.751	0.895	irs
21	臺北市	0.520	1.000	0.520	drs
22	高雄市	0.354	0.359	0.988	drs
平均值		0.690	0.843	0.824	

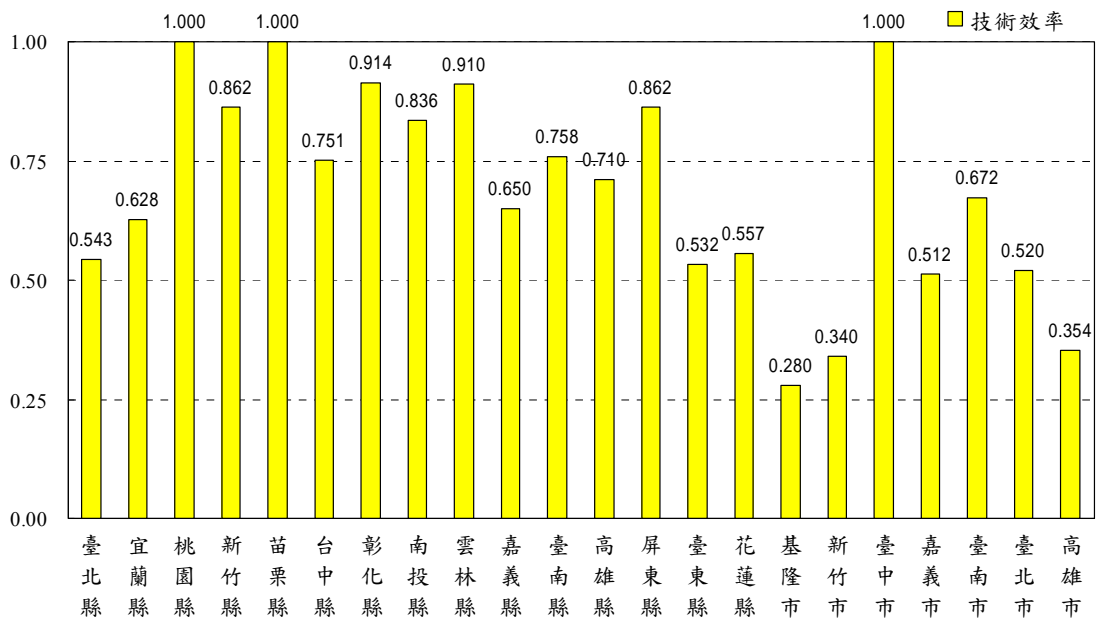


圖 5-20 90 年各縣市政府空氣品質維護技術效率值

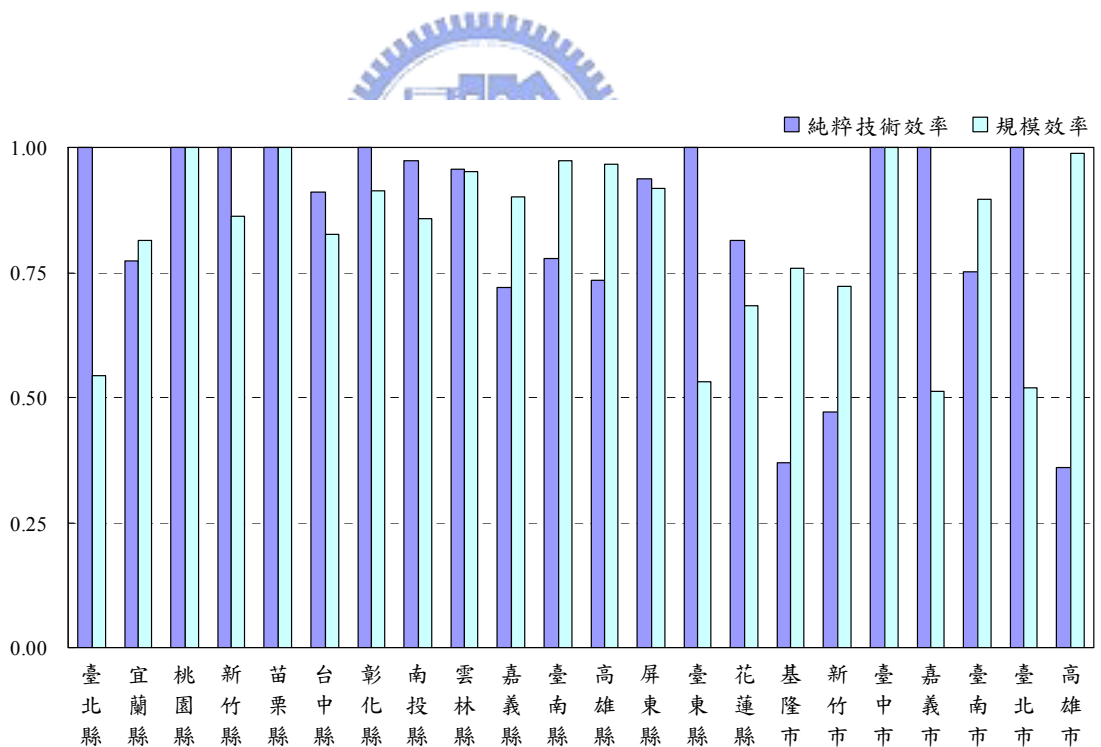


圖 5-21 90 年各縣市政府空氣品質維護純粹技術與規模效率值

由 90 年計算結果顯示，當期技術效率較佳的縣市為桃園縣、苗栗縣與台中市，而相對不佳的縣市則為基隆市、新竹市與高雄市；純粹技術效率較佳的縣市為台北縣等 9 個縣市，而相對不佳的縣市則為嘉

義縣與高雄縣；規模效率較佳的縣市則為桃園縣、苗栗縣與台中市，規模效率相對不佳的縣市為台北縣、嘉義市與台北市。

91 年各縣市空氣品質維護效率值如表 5-6 所示：

表 5-12 91 年各縣市政府空氣品質維護當期效率值

編號	縣市名稱	技術效率	純粹技術效率	規模效率	規模報酬
1	臺北縣	0.614	1.000	0.614	drs
2	宜蘭縣	0.661	0.753	0.877	irs
3	桃園縣	0.924	1.000	0.924	drs
4	新竹縣	0.864	1.000	0.864	irs
5	苗栗縣	0.769	0.779	0.988	irs
6	台中縣	0.741	0.857	0.865	drs
7	彰化縣	1.000	1.000	1.000	crs
8	南投縣	1.000	1.000	1.000	crs
9	雲林縣	0.876	0.879	0.997	irs
10	嘉義縣	0.612	0.664	0.922	irs
11	臺南縣	0.830	0.842	0.986	irs
12	高雄縣	0.815	0.983	0.829	drs
13	屏東縣	0.752	0.761	0.987	irs
14	臺東縣	0.498	1.000	0.498	irs
15	花蓮縣	0.549	0.773	0.710	irs
16	基隆市	0.324	0.427	0.758	irs
17	新竹市	0.523	0.697	0.750	irs
18	臺中市	1.000	1.000	1.000	crs
19	嘉義市	0.549	1.000	0.549	irs
20	臺南市	0.966	0.968	0.998	irs
21	臺北市	0.471	0.826	0.571	drs
22	高雄市	0.497	0.514	0.968	drs
平均值		0.720	0.851	0.848	

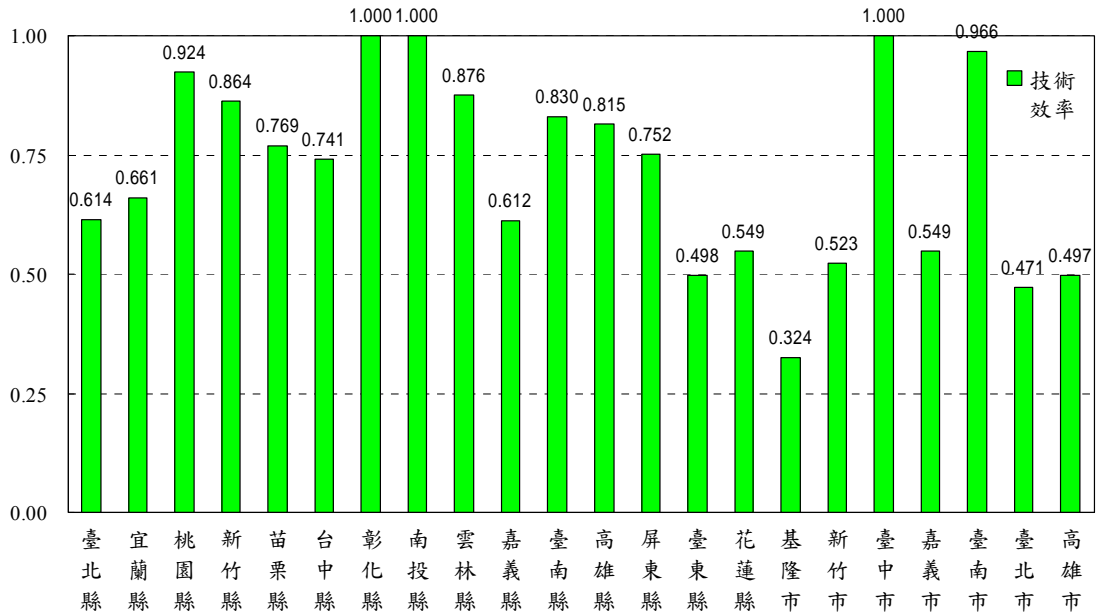


圖 5-22 91 年各縣市政府空氣品質維護技術效率值

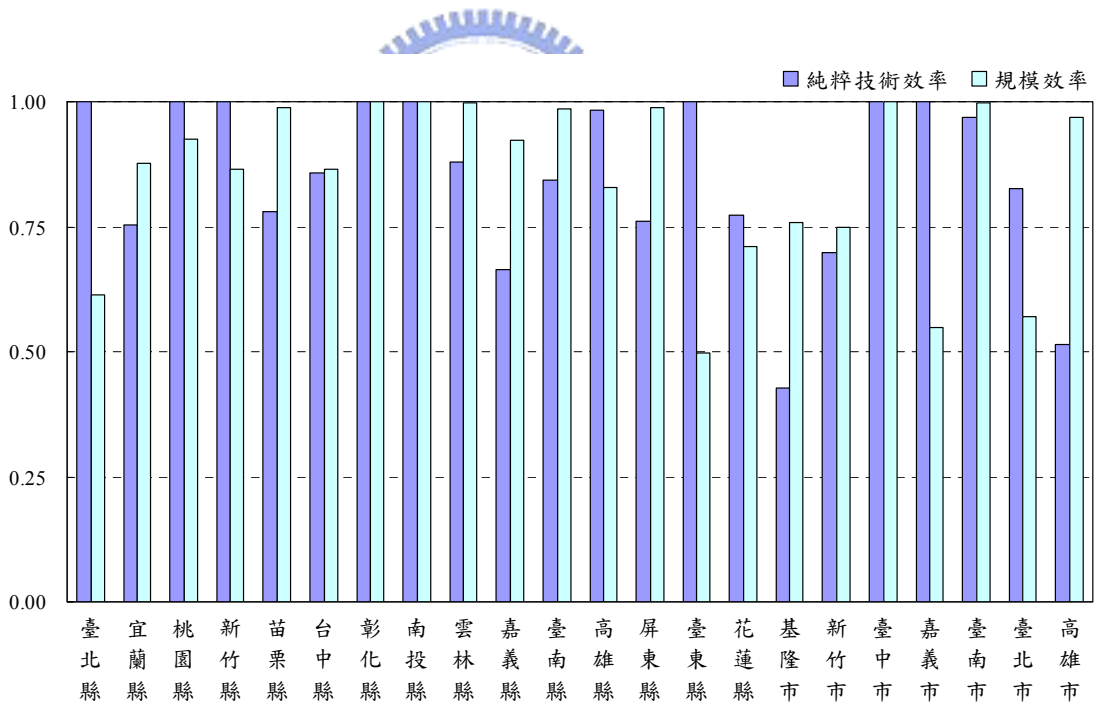


圖 5-23 91 年各縣市政府空氣品質維護純粹技術與規模效率值

由 91 年計算結果顯示，當期技術效率較佳的縣市為彰化縣、南投縣與台中縣，而相對不佳的縣市則為基隆市；純粹技術效率較佳的縣市則為台北縣等 8 個縣市，相對不佳的縣市則為基隆市與高雄市；規模效率較佳的縣市則為彰化縣、南投縣與台中縣，規模效率相對不佳

的縣市為嘉義市與台北市。

92 年各縣市空氣品質維護效率值如表 5-13 所示：

表 5-13 92 年各縣市政府空氣品質維護當期效率值

編號	縣市名稱	技術效率	純粹技術效率	規模效率	規模報酬
1	臺北縣	0.591	1.000	0.591	drs
2	宜蘭縣	0.647	0.834	0.776	irs
3	桃園縣	0.941	1.000	0.941	drs
4	新竹縣	0.671	0.984	0.682	irs
5	苗栗縣	0.789	0.825	0.956	irs
6	台中縣	0.714	0.814	0.877	drs
7	彰化縣	0.999	1.000	0.999	drs
8	南投縣	0.973	1.000	0.973	irs
9	雲林縣	0.793	0.856	0.926	irs
10	嘉義縣	0.674	0.779	0.865	irs
11	臺南縣	0.904	1.000	0.904	drs
12	高雄縣	0.671	0.686	0.978	drs
13	屏東縣	0.927	1.000	0.927	drs
14	臺東縣	0.575	1.000	0.575	irs
15	花蓮縣	0.511	0.879	0.582	irs
16	基隆市	0.361	0.524	0.689	irs
17	新竹市	0.397	0.659	0.603	irs
18	臺中市	1.000	1.000	1.000	crs
19	嘉義市	0.550	1.000	0.550	irs
20	臺南市	1.000	1.000	1.000	crs
21	臺北市	0.514	0.797	0.646	drs
22	高雄市	0.484	0.533	0.908	drs
平均值		0.713	0.871	0.816	

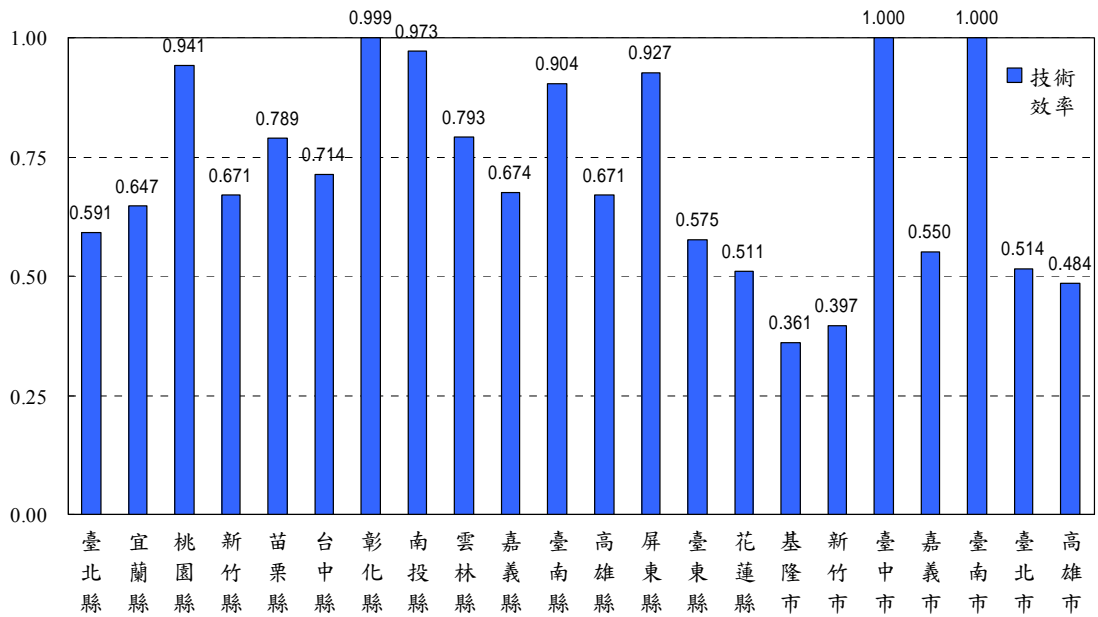


圖 5-24 92 年各縣市政府空氣品質維護技術效率值

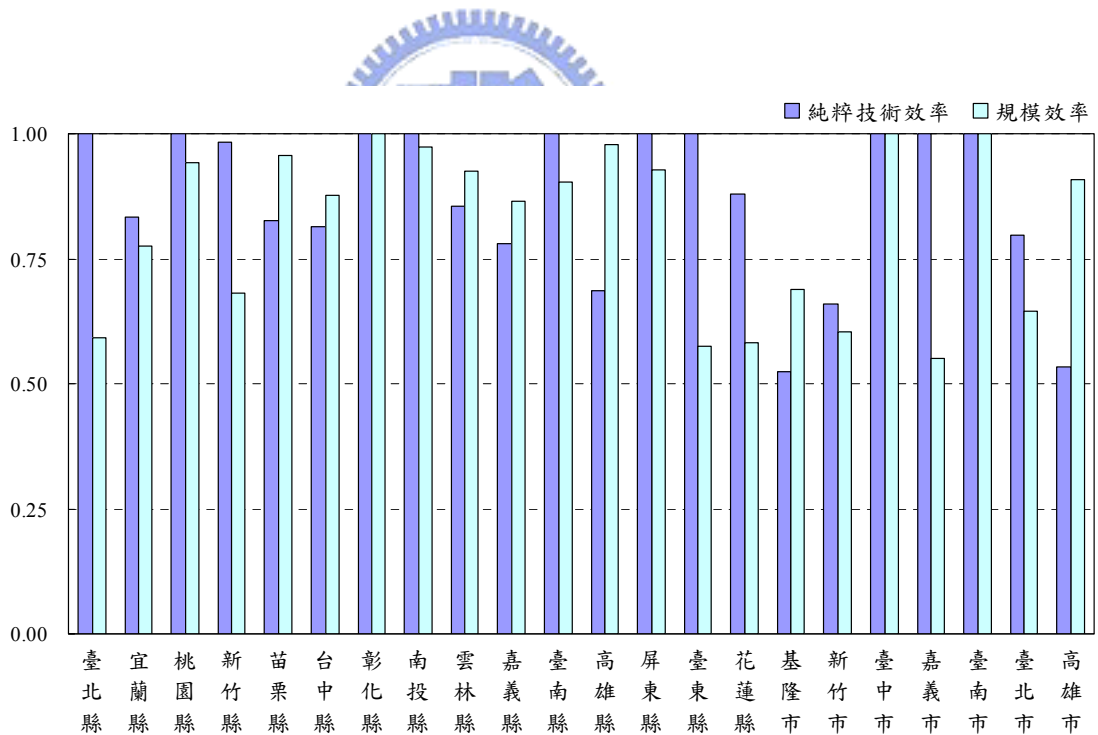


圖 5-25 92 年各縣市政府空氣品質維護純粹技術與規模效率值

由 92 年計算結果顯示，當期技術效率較佳的縣市為台中市與台南市，而相對不佳的縣市則為基隆市與新竹市；純粹技術效率較佳的縣市則為台北縣等 10 個縣市，相對不佳的縣市則為基隆市與高雄市；規模效率較佳的縣市則為台中市與台南市，規模效率相對不佳的縣市為

台北縣、台東縣與花蓮縣。

上述五年的統計結果可知，台北市、高雄市等人口眾多的縣市其效率值均明顯提高（見圖 5-26 及圖 5-27），其原因主要是因為模型二將各縣市人口數作為產出指標，因此讓台北市等具有高人口數之縣市較模型一提升了其技術效率。

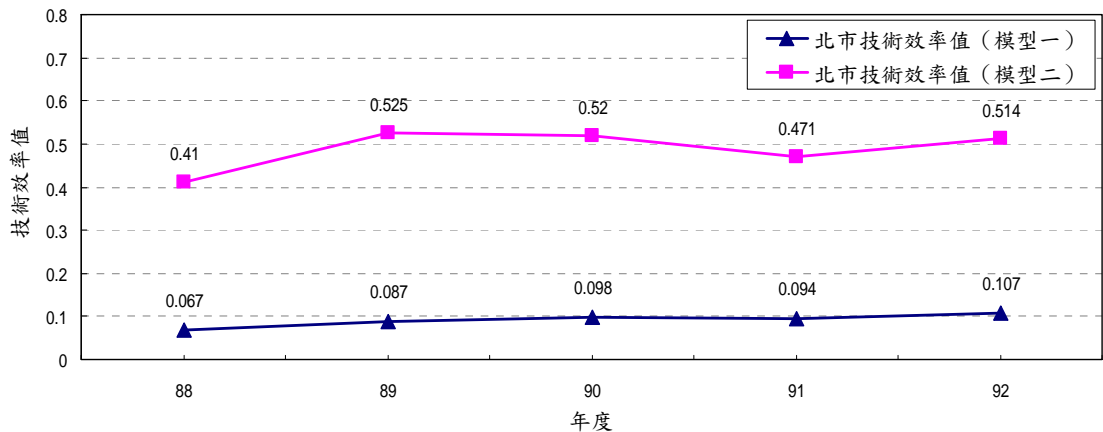


圖 5-26 不同模型下台北市 88 至 92 年技術效率推移圖

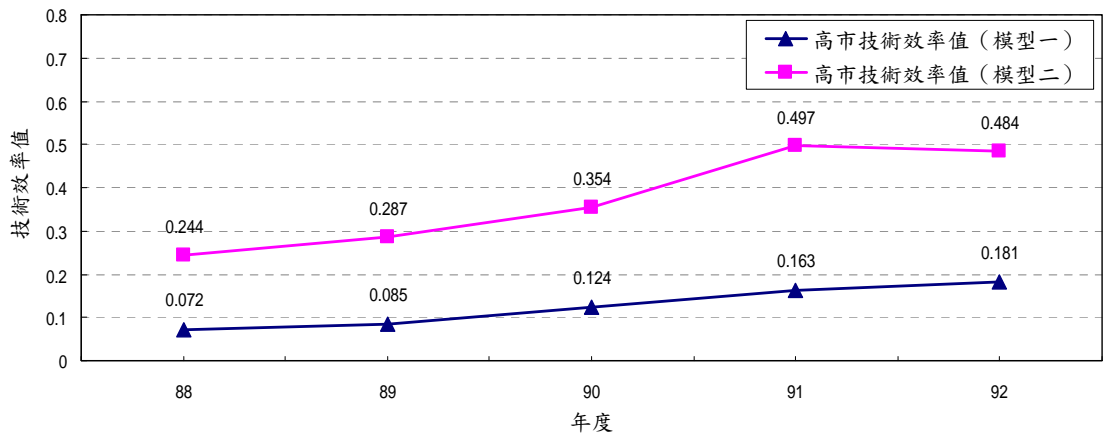


圖 5-27 不同模型下高雄市 88 至 92 年技術效率推移圖

上述五年的統計結果可知，台北市、高雄市等人口眾多的縣市在模型二中的效率值均明顯提高（見圖 5-26 及圖 5-27），其原因主要是因為模型二將各縣市人口數作為產出指標，因此讓台北市等具有高人口數之縣市較模型一提升了其技術效率。

5-3-2 各縣市具效率值空氣品質管制目標計算與分析

根據資料包絡分析法的計算結果，88 年至 92 年全年空氣高污染日數比例效率管制目標如表 5-14 所示：

表 5-14 88 至 92 年全年空氣高污染日數比例效率管制目標與環保署管制目標比較表

編號	縣市名稱	各縣市全年空氣高污染日數比例效率管制目標					環保署管制目標
		88	89	90	91	92	3%
1	臺北縣	3.5%	4.2%	2.3%	2.0%	1.3%	3%
2	宜蘭縣	0.3%	0.5%	0.1%	0.1%	0.0%	3%
3	桃園縣	1.2%	1.6%	1.0%	1.6%	0.3%	3%
4	新竹縣	3.4%	2.1%	1.2%	1.6%	1.0%	3%
5	苗栗縣	2.1%	2.1%	0.7%	1.1%	0.7%	3%
6	台中縣	2.8%	1.7%	1.5%	2.1%	1.7%	3%
7	彰化縣	4.2%	5.3%	3.2%	4.0%	1.9%	3%
8	南投縣	9.9%	8.5%	3.6%	2.6%	5.5%	3%
9	雲林縣	3.6%	4.1%	2.8%	2.2%	4.4%	3%
10	嘉義縣	3.9%	4.2%	2.6%	4.7%	2.2%	3%
11	臺南縣	3.6%	3.7%	2.5%	4.0%	2.1%	3%
12	高雄縣	9.5%	14.0%	9.1%	7.2%	8.1%	3%
13	屏東縣	8.9%	10.7%	8.6%	8.5%	5.8%	3%
14	臺東縣	0.0%	0.0%	0.5%	0.0%	0.0%	3%
15	花蓮縣	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	3%
16	基隆市	1.4%	3.3%	0.0%	0.0%	0.3%	3%
17	新竹市	2.2%	1.6%	0.0%	0.3%	0.0%	3%
18	臺中市	1.9%	4.8%	3.0%	2.8%	2.3%	3%
19	嘉義市	0.0%	0.0%	2.8%	2.2%	4.4%	3%
20	臺南市	4.1%	4.0%	4.4%	4.7%	2.9%	3%
21	臺北市	3.4%	4.6%	2.8%	1.8%	2.0%	3%
22	高雄市	10.3%	10.2%	8.2%	6.9%	5.8%	3%

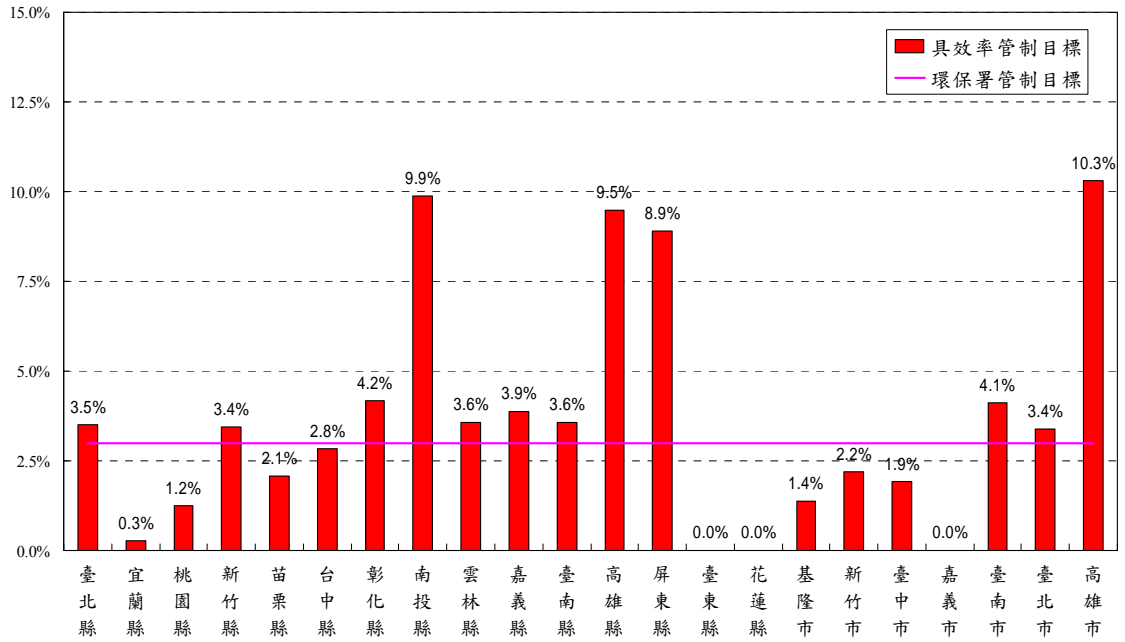


圖 5-28 88 年全年空氣高污染日數比例管制目標比較圖

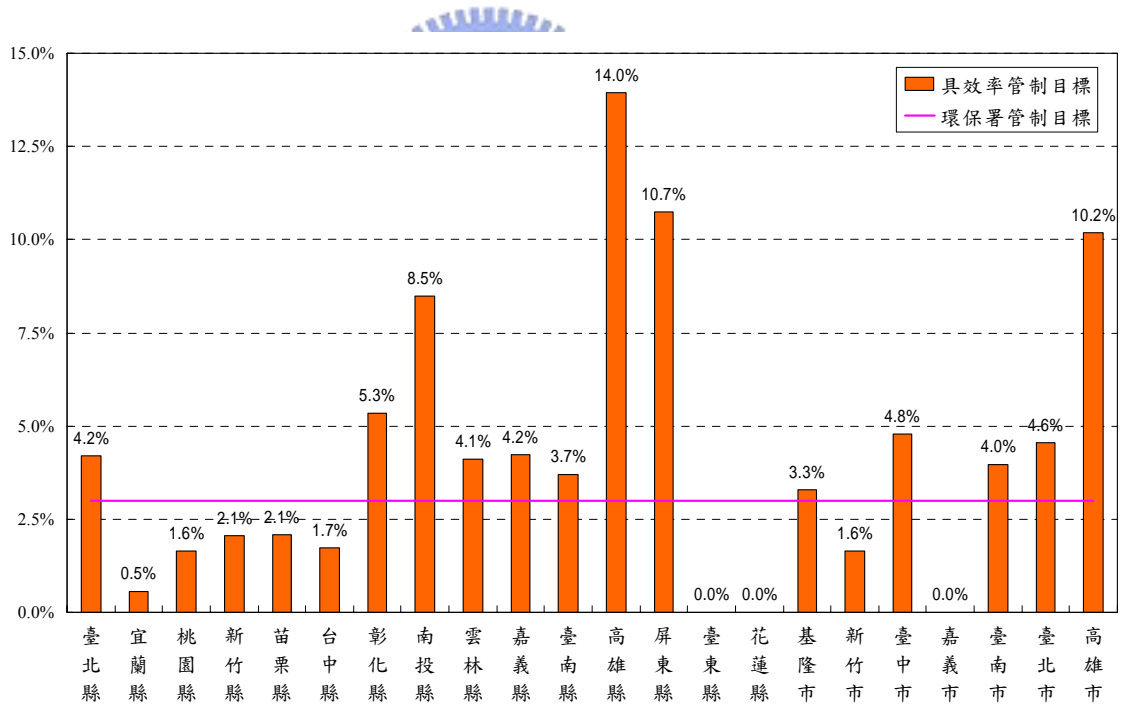


圖 5-29 89 年全年空氣高污染日數比例管制目標比較圖

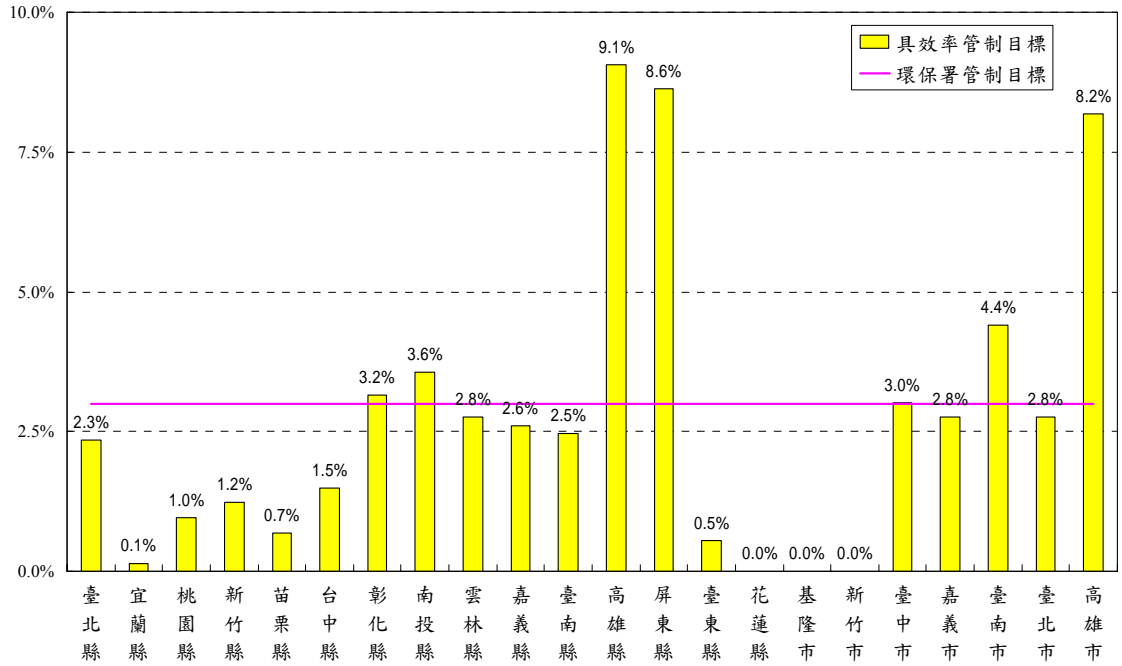


圖 5-30 90 年全年空氣高污染日數比例管制目標比較圖

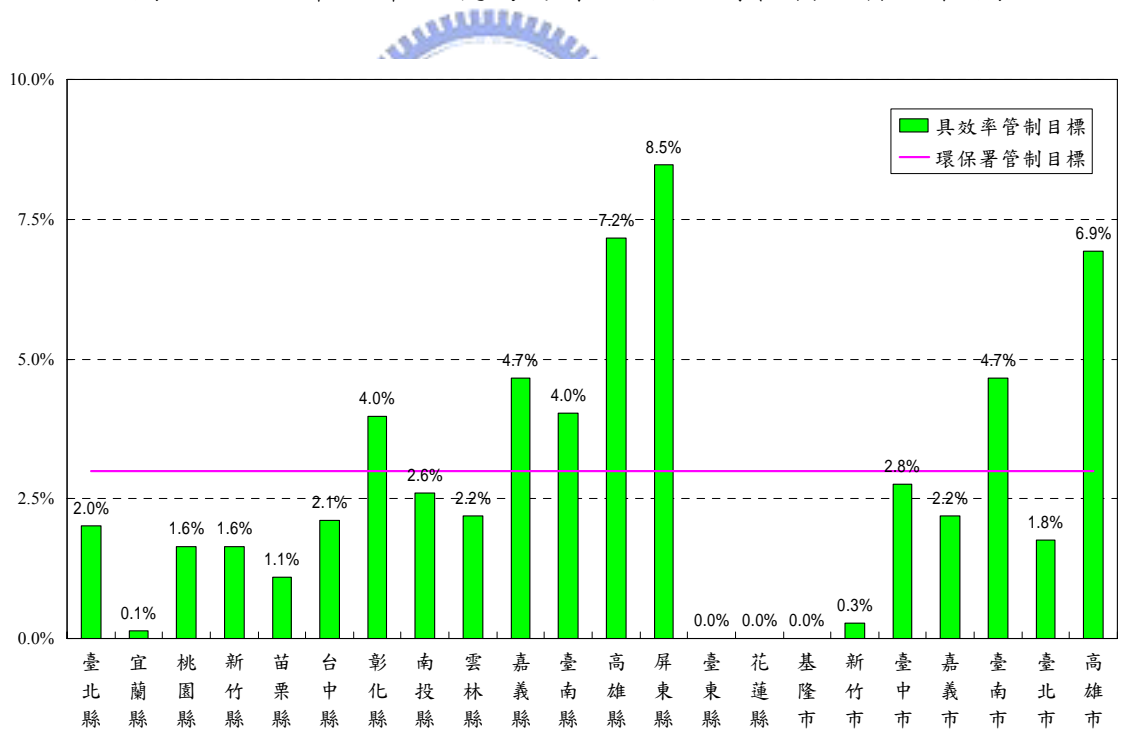


圖 5-31 91 年全年空氣高污染日數比例管制目標比較圖

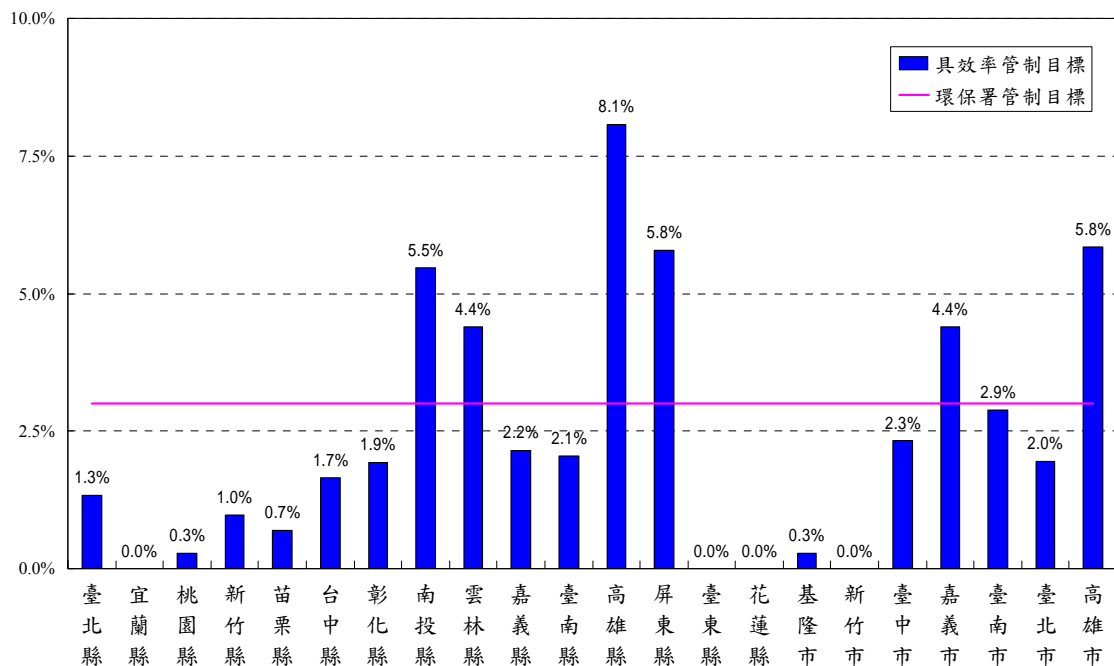


圖 5-32 92 年全年空氣高污染日數比例管制目標比較圖

由表 5-14 可知，模型二所計算出的各縣市間全年空氣高污染管制目標值有著較大的差異性，以 92 年為例，高雄縣的全年空氣高污染管制目標值為 8.1%，而台北市的管制目標值為 2.0%。此一結果與模型一所計算出高雄縣的管制目標值 4.4%與台北市管制目標值 2.0%比較起來，顯示了模型二與實際空氣品質管制值之間部分縣市十分接近，但部分縣市則呈現了較大的差距。整體而言，對於空氣品質較佳的縣市而言，模型一與模型二的計算結果並無差異。但根據模型二的計算結果空氣品質較差的縣市顯示其全年空氣高污染日數比例管制目標較模型一更為寬鬆，因此模型二計算結果若作為環保機關訂定空氣污染日數比例的管制目標時，民眾接受度將較模型一為差。

5-4 模型三計算結果

5-4-1 技術效率計算與分析

以章節 4-4 所蒐集的相關數據使用資料包絡分析法的計算結果，88 年各縣市空氣品質維護效率值如表 5-15 所示：

表 5-15 88 年各縣市政府空氣品質維護當期效率值

編號	縣市名稱	技術效率	純粹技術效率	規模效率	規模報酬
1	臺北縣	0.368	1.000	0.368	drs
2	宜蘭縣	0.900	1.000	0.900	drs
3	桃園縣	0.754	1.000	0.754	drs
4	新竹縣	1.000	1.000	1.000	crs
5	苗栗縣	0.894	1.000	0.894	drs
6	台中縣	0.515	1.000	0.515	drs
7	彰化縣	0.675	1.000	0.675	drs
8	南投縣	0.593	0.635	0.933	drs
9	雲林縣	0.642	0.821	0.782	drs
10	嘉義縣	0.470	0.544	0.863	drs
11	臺南縣	0.593	0.861	0.688	drs
12	高雄縣	0.510	0.748	0.682	drs
13	屏東縣	0.589	0.788	0.747	drs
14	臺東縣	1.000	1.000	1.000	crs
15	花蓮縣	0.539	0.636	0.847	irs
16	基隆市	0.481	0.497	0.969	drs
17	新竹市	0.822	0.866	0.949	drs
18	臺中市	0.793	1.000	0.793	drs
19	嘉義市	0.593	0.773	0.768	irs
20	臺南市	0.657	0.818	0.803	drs
21	臺北市	0.410	0.932	0.440	drs
22	高雄市	0.244	0.317	0.771	drs
平均值		0.638	0.829	0.779	

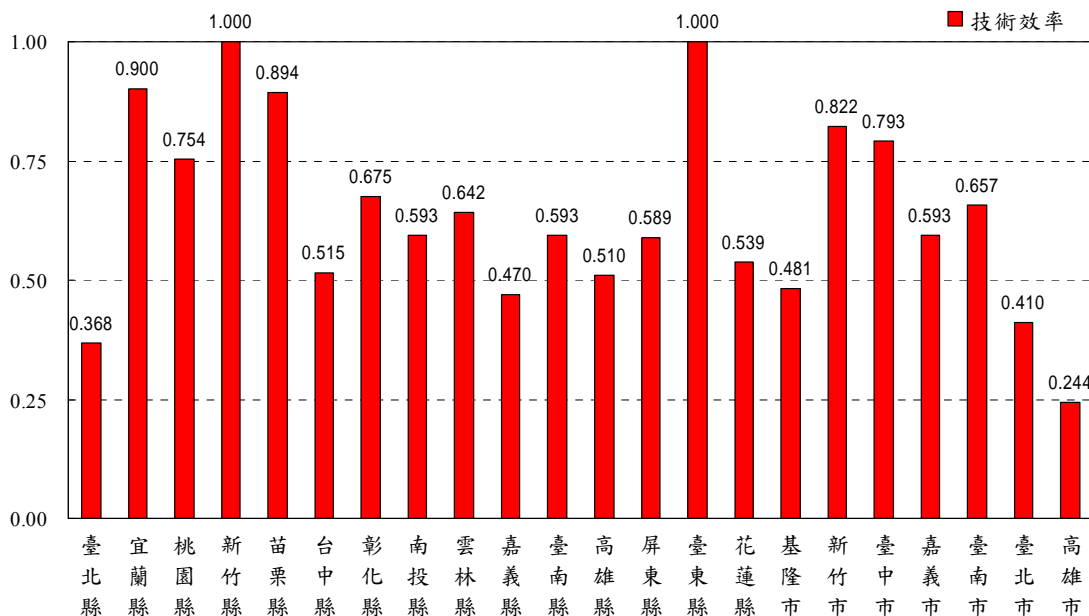


圖 5-33 88 年各縣市政府空氣品質維護技術效率值

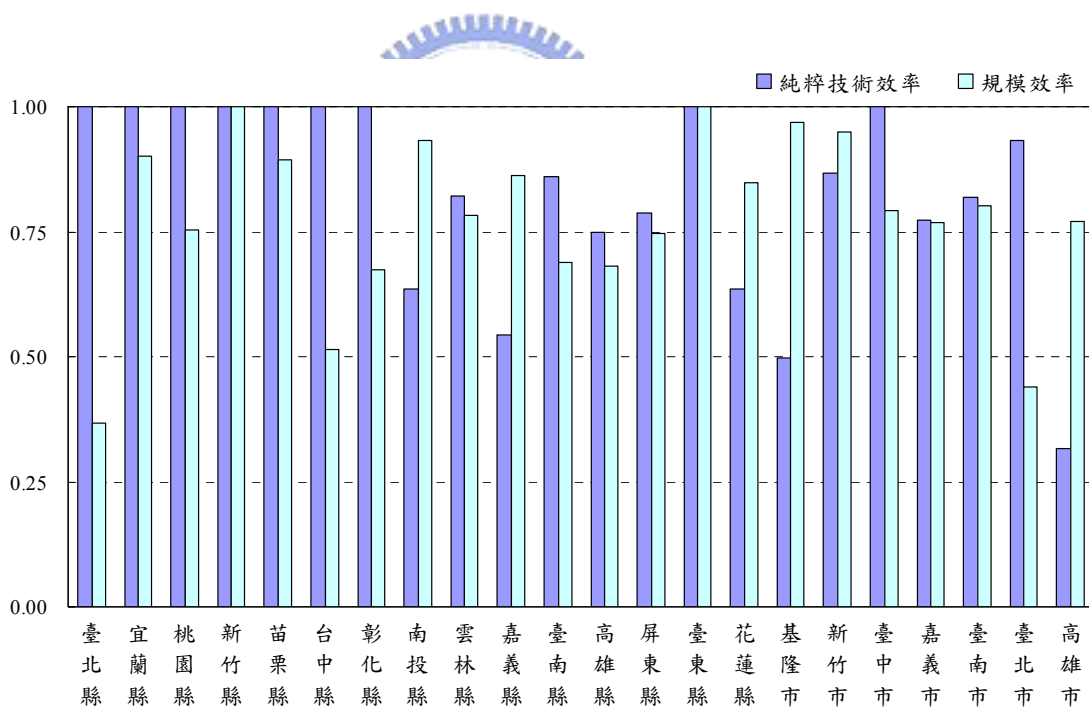


圖 5-34 88 年各縣市政府空氣品質維護純粹技術與規模效率值

由 88 年計算結果顯示，當期技術效率較佳的縣市為新竹縣與台東縣，而相對不佳的縣市則為台北縣與高雄市；純粹技術效率較佳的縣市則為台北縣等 9 個縣市，而相對不佳的縣市則為高雄市；規模效率較佳的縣市則為新竹縣與台東縣，規模效率相對不佳的縣市為台北縣

與台北市。

89年各縣市空氣品質維護效率值如表5-16所示：

表5-16 89年各縣市政府空氣品質維護當期效率值

編號	縣市名稱	技術效率	純粹技術效率	規模效率	規模報酬
1	臺北縣	0.486	1.000	0.486	drs
2	宜蘭縣	1.000	1.000	1.000	crs
3	桃園縣	0.963	1.000	0.963	drs
4	新竹縣	1.000	1.000	1.000	crs
5	苗栗縣	1.000	1.000	1.000	crs
6	台中縣	0.688	0.967	0.712	drs
7	彰化縣	0.836	1.000	0.836	drs
8	南投縣	1.000	1.000	1.000	crs
9	雲林縣	0.947	1.000	0.947	drs
10	嘉義縣	0.601	0.618	0.973	drs
11	臺南縣	0.674	0.768	0.878	drs
12	高雄縣	0.704	0.904	0.779	drs
13	屏東縣	0.891	1.000	0.891	drs
14	臺東縣	0.742	1.000	0.742	irs
15	花蓮縣	0.551	0.673	0.819	irs
16	基隆市	0.361	0.417	0.866	irs
17	新竹市	0.427	0.521	0.820	irs
18	臺中市	0.969	1.000	0.969	drs
19	嘉義市	0.471	0.797	0.591	irs
20	臺南市	0.866	0.888	0.975	drs
21	臺北市	0.525	0.924	0.569	drs
22	高雄市	0.287	0.316	0.908	drs
平均值		0.727	0.854	0.851	

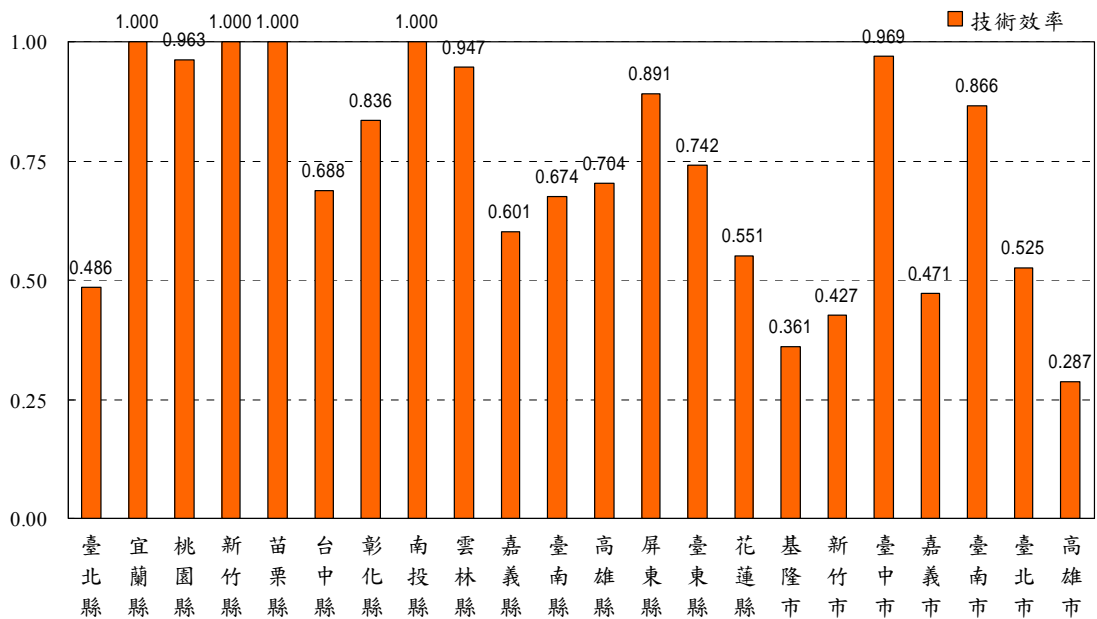


圖 5-35 89 年各縣市政府空氣品質維護技術效率值

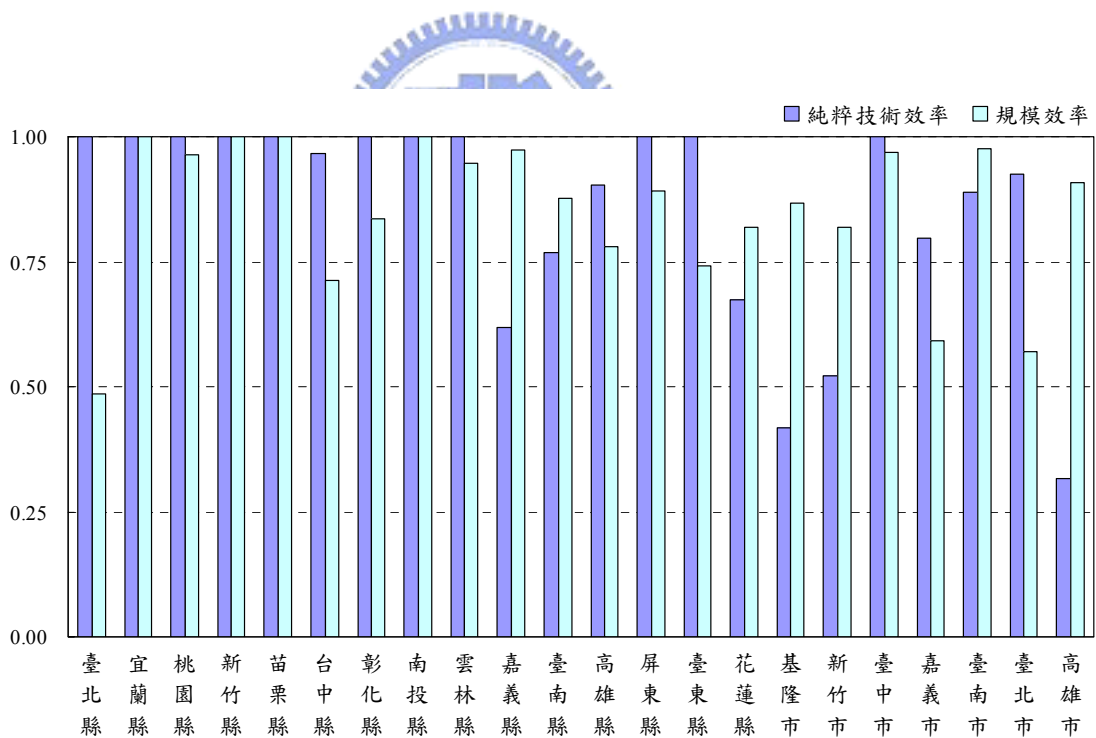


圖 5-36 89 年各縣市政府空氣品質維護純粹技術與規模效率值

由 89 年計算結果顯示，當期技術效率較佳的縣市為宜蘭縣、新竹縣、苗栗縣與南投縣，而相對不佳的縣市則為基隆市與高雄市；純粹技術效率較佳的縣市則為台北縣等 11 個縣市，而相對不佳的縣市則為

基隆市與高雄市；規模效率較佳的縣市則為宜蘭縣、新竹縣、苗栗縣與南投縣，規模效率相對不佳的縣市為台北縣與台北市。

90年各縣市空氣品質維護效率值如表 5-17 所示：

表 5-17 90 年各縣市政府空氣品質維護當期效率值

編號	縣市名稱	技術效率	純粹技術效率	規模效率	規模報酬
1	臺北縣	0.543	1.000	0.543	drs
2	宜蘭縣	0.628	0.772	0.813	irs
3	桃園縣	1.000	1.000	1.000	crs
4	新竹縣	0.862	1.000	0.862	irs
5	苗栗縣	1.000	1.000	1.000	crs
6	台中縣	0.751	0.910	0.825	drs
7	彰化縣	0.914	1.000	0.914	drs
8	南投縣	0.836	0.974	0.858	irs
9	雲林縣	0.910	0.957	0.951	irs
10	嘉義縣	0.650	0.721	0.902	irs
11	臺南縣	0.758	0.778	0.974	drs
12	高雄縣	0.710	0.735	0.966	drs
13	屏東縣	0.862	0.938	0.919	drs
14	臺東縣	0.532	1.000	0.532	irs
15	花蓮縣	0.557	0.815	0.683	irs
16	基隆市	0.280	0.369	0.758	irs
17	新竹市	0.340	0.471	0.723	irs
18	臺中市	1.000	1.000	1.000	crs
19	嘉義市	0.512	1.000	0.512	irs
20	臺南市	0.672	0.751	0.895	irs
21	臺北市	0.520	1.000	0.520	drs
22	高雄市	0.354	0.359	0.988	drs
平均值		0.690	0.843	0.824	

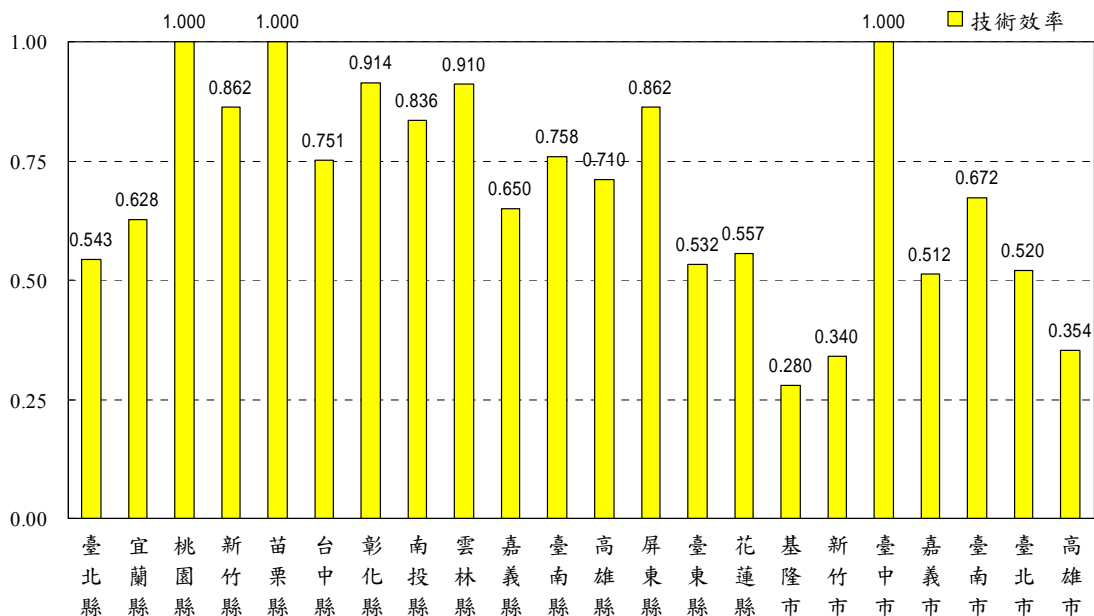


圖 5-37 90 年各縣市政府空氣品質維護技術效率值

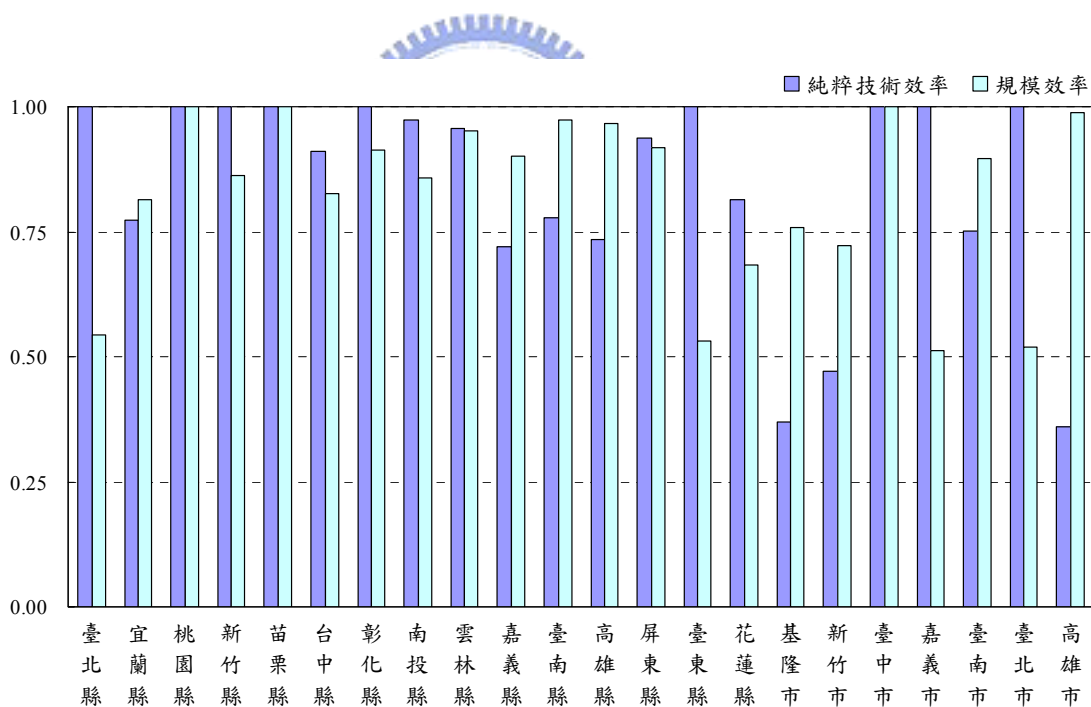


圖 5-38 90 年各縣市政府空氣品質維護純粹技術與規模效率值

由 90 年計算結果顯示，當期技術效率較佳的縣市為桃園縣、苗栗縣與台中市，而相對不佳的縣市則為基隆市；純粹技術效率較佳的縣市為台北縣等 10 個縣市，而相對不佳的縣市則為基隆市與高雄市；規模效率較佳的縣市則為台中縣與台南市，規模效率相對不佳

的縣市則為嘉義市。

91 年各縣市空氣品質維護效率值如表 5-18 所示：

表 5-18 91 年各縣市政府空氣品質維護當期效率值

編號	縣市名稱	技術效率	純粹技術效率	規模效率	規模報酬
1	臺北縣	0.614	1.000	0.614	drs
2	宜蘭縣	0.661	0.753	0.877	irs
3	桃園縣	0.924	1.000	0.924	drs
4	新竹縣	0.864	1.000	0.864	irs
5	苗栗縣	0.769	0.779	0.988	irs
6	台中縣	0.741	0.857	0.865	drs
7	彰化縣	1.000	1.000	1.000	crs
8	南投縣	1.000	1.000	1.000	crs
9	雲林縣	0.876	0.879	0.997	irs
10	嘉義縣	0.612	0.664	0.922	irs
11	臺南縣	0.830	0.842	0.986	irs
12	高雄縣	0.815	0.983	0.829	drs
13	屏東縣	0.752	0.761	0.987	irs
14	臺東縣	0.498	1.000	0.498	irs
15	花蓮縣	0.549	0.773	0.710	irs
16	基隆市	0.324	0.427	0.758	irs
17	新竹市	0.523	0.697	0.750	irs
18	臺中市	1.000	1.000	1.000	crs
19	嘉義市	0.549	1.000	0.549	irs
20	臺南市	0.966	0.968	0.998	irs
21	臺北市	0.471	0.826	0.571	drs
22	高雄市	0.497	0.514	0.968	drs
平均值		0.720	0.851	0.848	

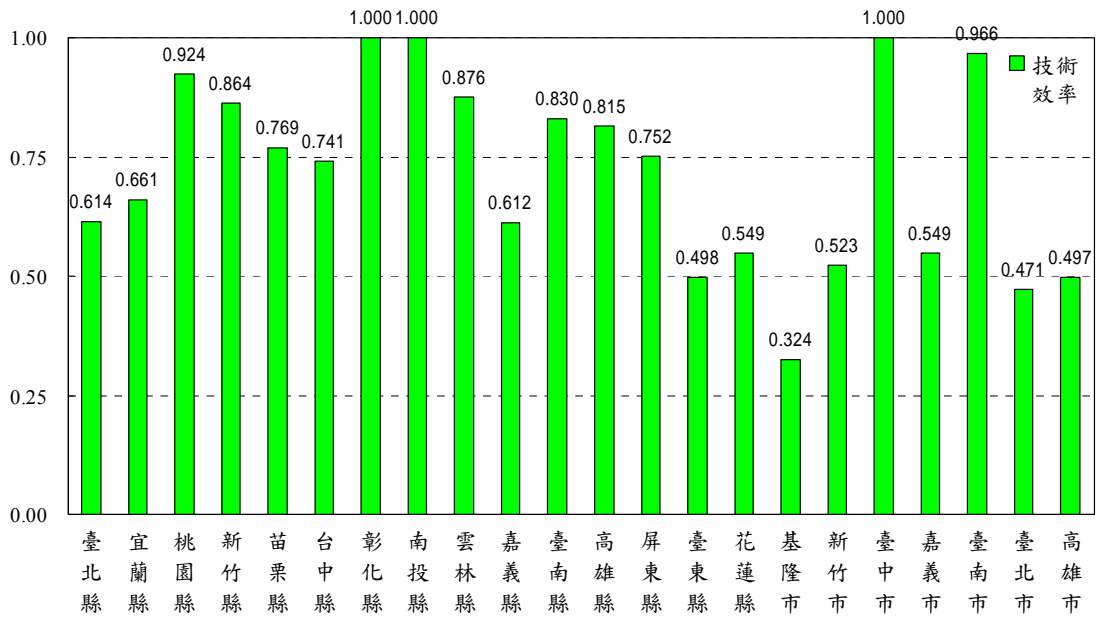


圖 5-39 91 年各縣市政府空氣品質維護技術效率值

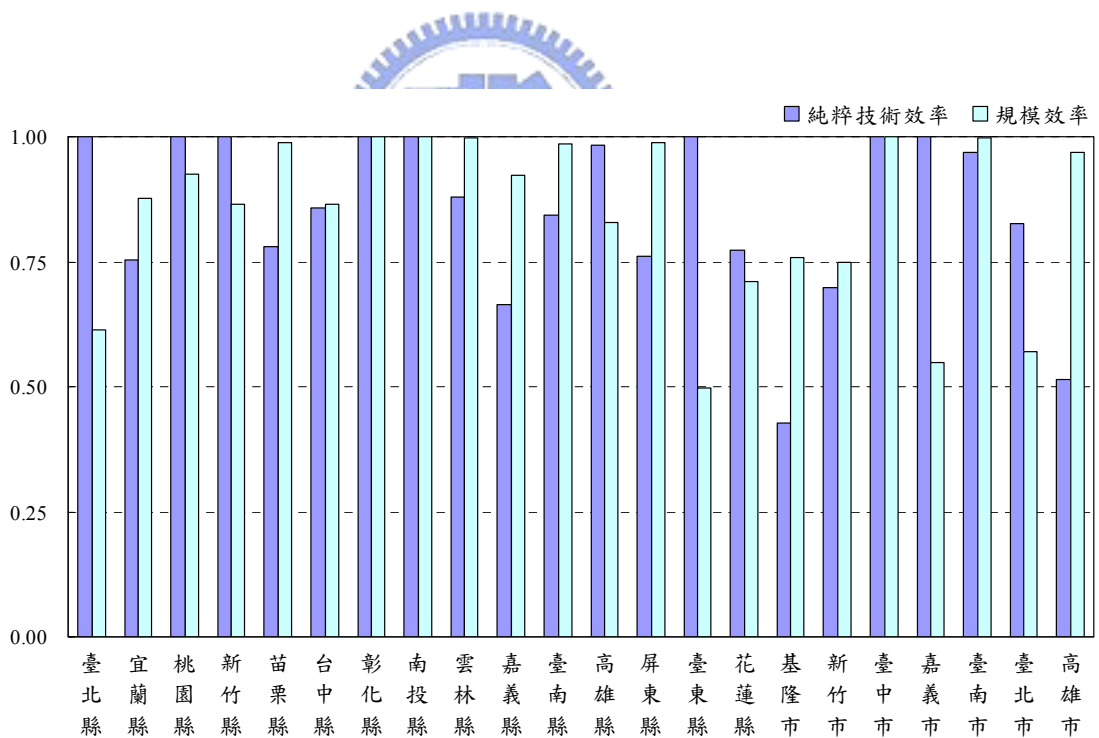


圖 5-40 91 年各縣市政府空氣品質維護純粹技術與規模效率值

由 91 年計算結果顯示，當期技術效率較佳的縣市為彰化縣、南投縣與台中縣，而相對不佳的縣市則為基隆市；純粹技術效率較佳的縣市則為台北縣等 8 個縣市，相對不佳的縣市則為基隆市；規模效率較

佳的縣市則為彰化縣、南投縣與台中市，規模效率相對不佳的縣市為台東縣。

92年各縣市空氣品質維護效率值如表 5-19 所示：

表 5-19 92 年各縣市政府空氣品質維護當期效率值

編號	縣市名稱	技術效率	純粹技術效率	規模效率	規模報酬
1	臺北縣	0.591	1.000	0.591	drs
2	宜蘭縣	0.647	0.834	0.776	irs
3	桃園縣	0.941	1.000	0.941	drs
4	新竹縣	0.671	0.984	0.682	irs
5	苗栗縣	0.789	0.825	0.956	irs
6	台中縣	0.714	0.814	0.877	drs
7	彰化縣	0.999	1.000	0.999	drs
8	南投縣	0.973	1.000	0.973	irs
9	雲林縣	0.793	0.856	0.926	irs
10	嘉義縣	0.674	0.779	0.865	irs
11	臺南縣	0.904	1.000	0.904	drs
12	高雄縣	0.671	0.686	0.978	drs
13	屏東縣	0.927	1.000	0.927	drs
14	臺東縣	0.575	1.000	0.575	irs
15	花蓮縣	0.511	0.879	0.582	irs
16	基隆市	0.361	0.524	0.689	irs
17	新竹市	0.397	0.659	0.603	irs
18	臺中市	1.000	1.000	1.000	crs
19	嘉義市	0.550	1.000	0.550	irs
20	臺南市	1.000	1.000	1.000	crs
21	臺北市	0.514	0.797	0.646	drs
22	高雄市	0.484	0.533	0.908	drs
平均值		0.713	0.871	0.816	

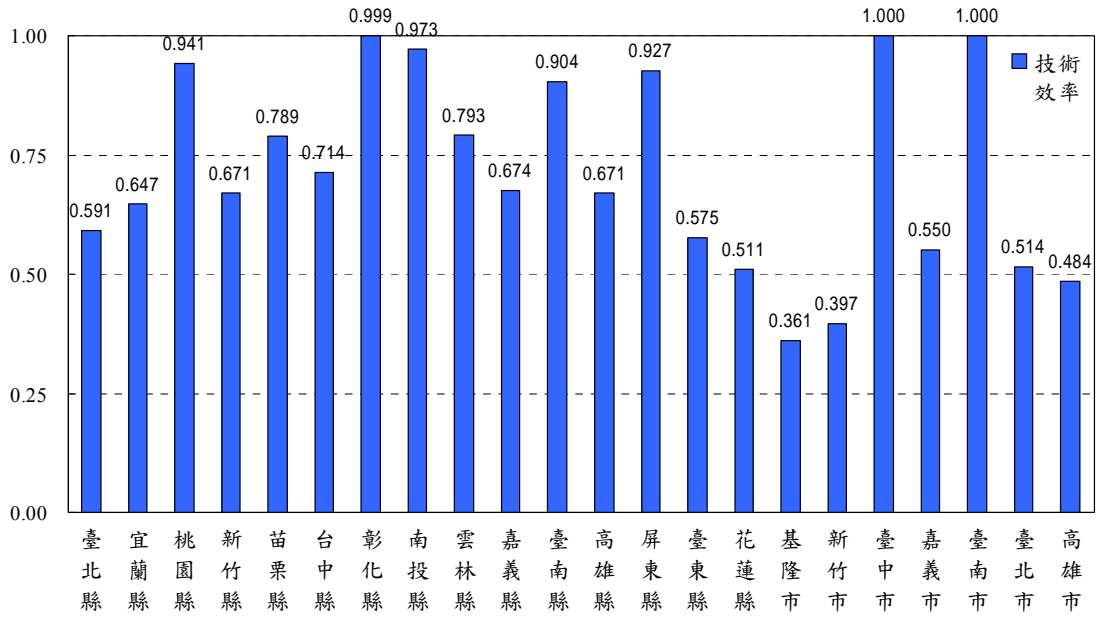


圖 5-41 92 年各縣市政府空氣品質維護技術效率值

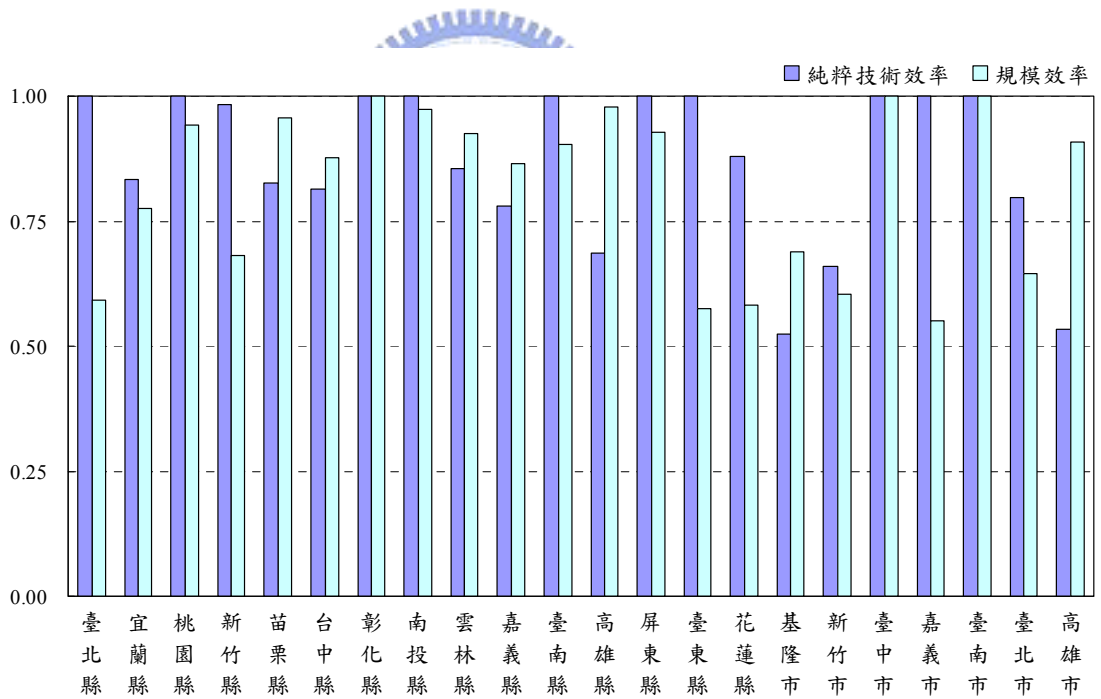


圖 5-42 92 年各縣市政府空氣品質維護純粹技術與規模效率值

由 92 年計算結果顯示，當期技術效率較佳的縣市為台中市與台南市，而相對不佳的縣市則為基隆市與新竹市；純粹技術效率較佳的縣市則為台北縣等 10 個縣市，相對不佳的縣市則為基隆市與高雄市；規模效率較佳的縣市則為台中市與台南市，規模效率相對不佳的縣市為台東縣與嘉義市。

由模型三針對 88 至 92 年的統計結果可知，由於本模型加入了對於民眾空氣污染平均陳情件數所代表人口數的產出項目，因此上述項目更進一步考量了空氣污染監測站可能忽略監測的空氣污染物種（例如：揮發性有機污染物 VOC）對於民眾所產生的困擾程度。在空氣品質維護指標的涵蓋面上無疑地較模型一與模型二更容易被民眾所接受。根據計算結果顯示，模型三計算結果部分縣市效率值雖與模型一不一致，但上述兩模型的模擬結果差異程度並不大。

5-4-2 各縣市具效率值空氣品質管制目標計算與分析

根據資料包絡分析法的計算結果，88 年至 92 年全年空氣高污染日數比例效率管制目標如表 5-20 所示：

表 5-20 88 至 92 年全年空氣高污染日數比例效率管制目標與環保署管制目標比較表

編號	縣市名稱	各縣市全年空氣高污染日數比例效率管制目標					環保署管制目標
		88	89	90	91	92	3%
1	臺北縣	3.5%	1.6%	2.3%	2.0%	0.0%	3%
2	宜蘭縣	0.3%	0.0%	0.1%	0.1%	0.0%	3%
3	桃園縣	1.2%	1.6%	1.0%	1.7%	0.0%	3%
4	新竹縣	3.5%	2.1%	1.2%	1.6%	0.0%	3%
5	苗栗縣	2.1%	2.1%	0.7%	0.8%	0.0%	3%
6	台中縣	2.8%	1.7%	1.5%	2.1%	0.0%	3%
7	彰化縣	3.5%	1.8%	3.2%	4.0%	0.0%	3%
8	南投縣	4.8%	2.6%	3.6%	2.6%	2.6%	3%
9	雲林縣	2.9%	0.3%	4.1%	0.1%	0.0%	3%
10	嘉義縣	3.5%	3.0%	2.6%	3.5%	0.0%	3%
11	臺南縣	3.6%	2.1%	2.5%	4.0%	0.0%	3%
12	高雄縣	3.5%	1.2%	9.1%	0.0%	0.1%	3%
13	屏東縣	4.1%	8.2%	5.3%	0.9%	3.4%	3%
14	臺東縣	0.0%	0.0%	0.5%	0.0%	0.0%	3%
15	花蓮縣	0.3%	0.0%	1.1%	0.0%	0.0%	3%
16	基隆市	9.5%	14.0%	9.1%	7.2%	8.1%	3%
17	新竹市	1.4%	3.3%	0.9%	0.0%	0.3%	3%
18	臺中市	2.2%	0.4%	1.1%	0.3%	0.0%	3%
19	嘉義市	1.9%	1.2%	3.0%	2.3%	0.0%	3%
20	臺南市	3.6%	1.7%	2.8%	2.2%	2.9%	3%
21	臺北市	3.9%	2.8%	4.4%	4.7%	0.0%	3%
22	高雄市	3.4%	2.1%	2.8%	1.8%	0.0%	3%

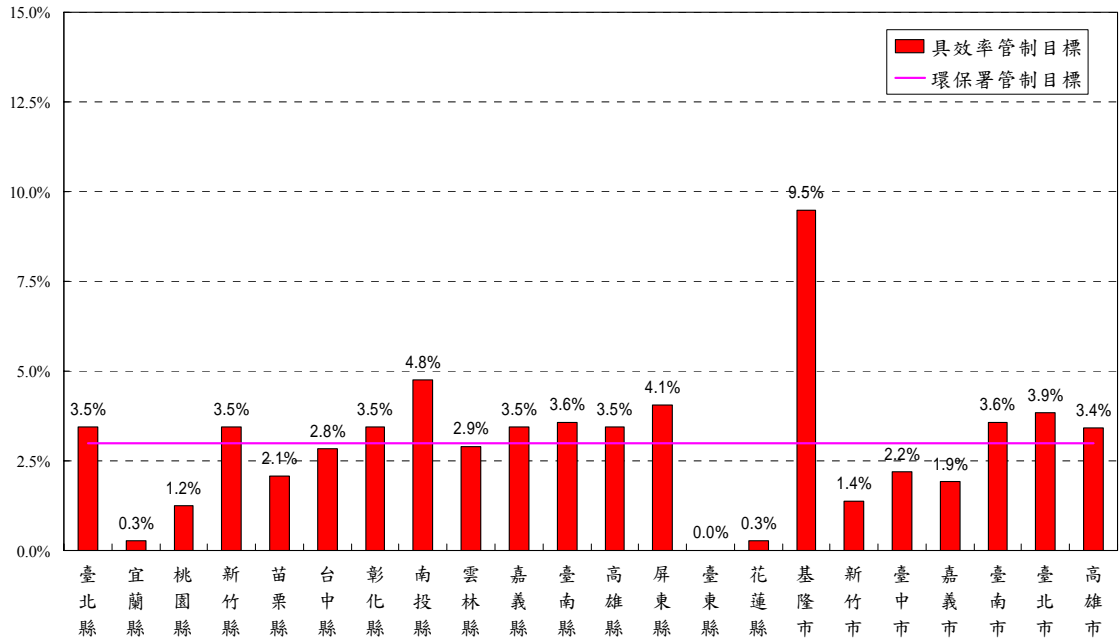


圖 5-43 88 年全年空氣高污染日數比例管制目標比較圖

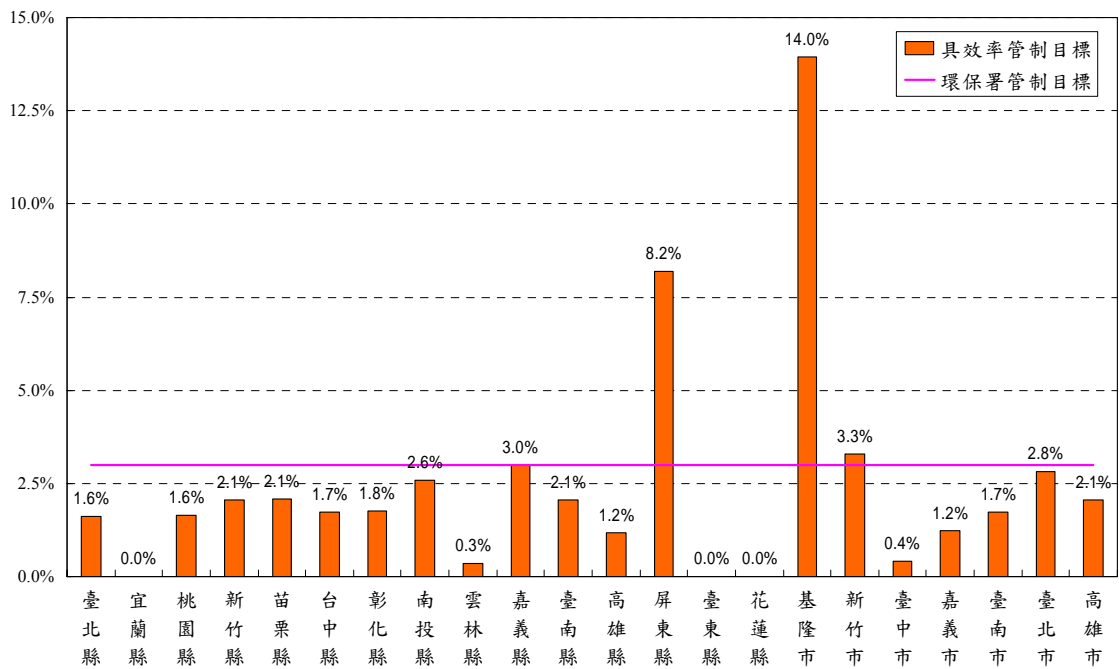


圖 5-44 89 年全年空氣高污染日數比例管制目標比較圖

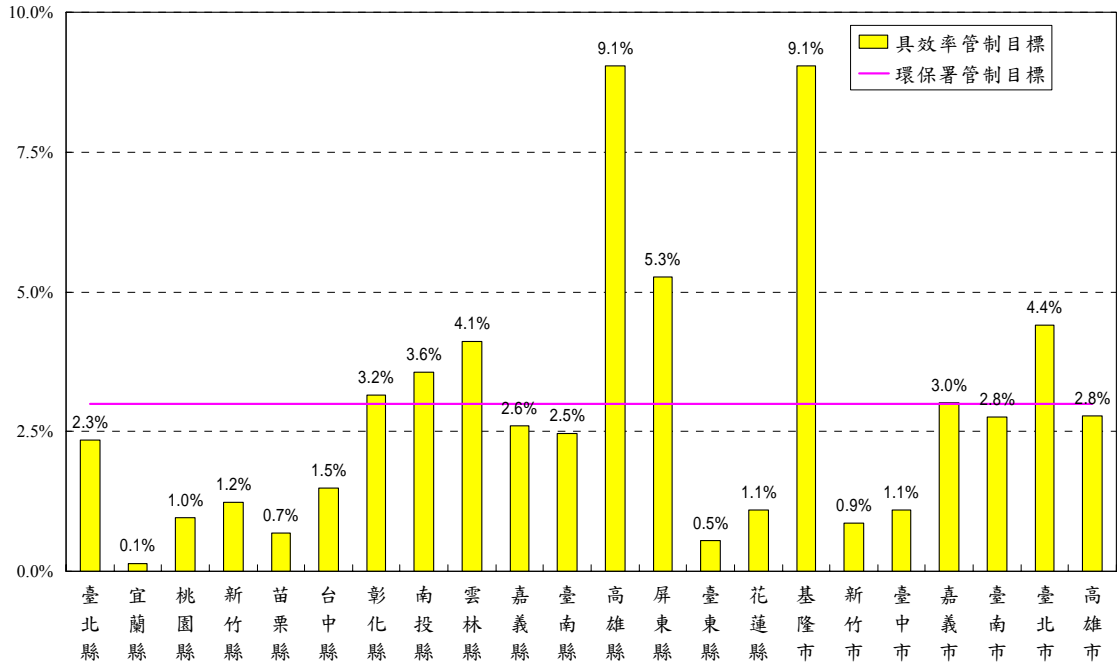


圖 5-45 90 年全年空氣高污染日數比例管制目標比較圖

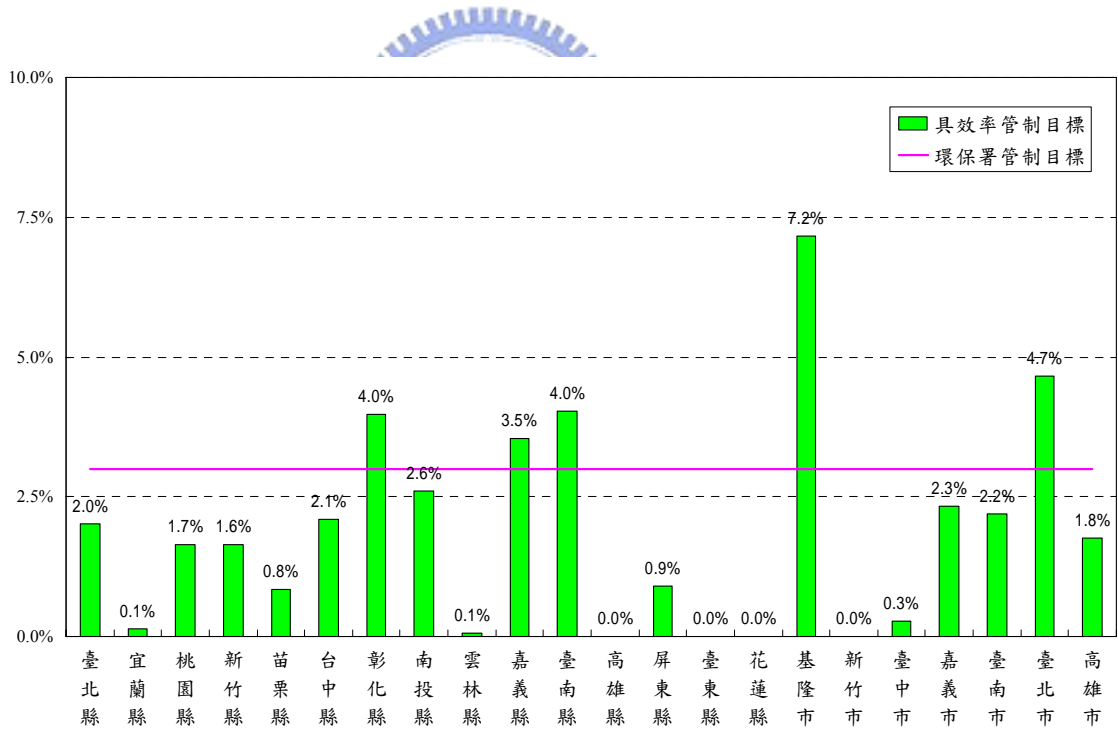


圖 5-46 91 年全年空氣高污染日數比例管制目標比較圖

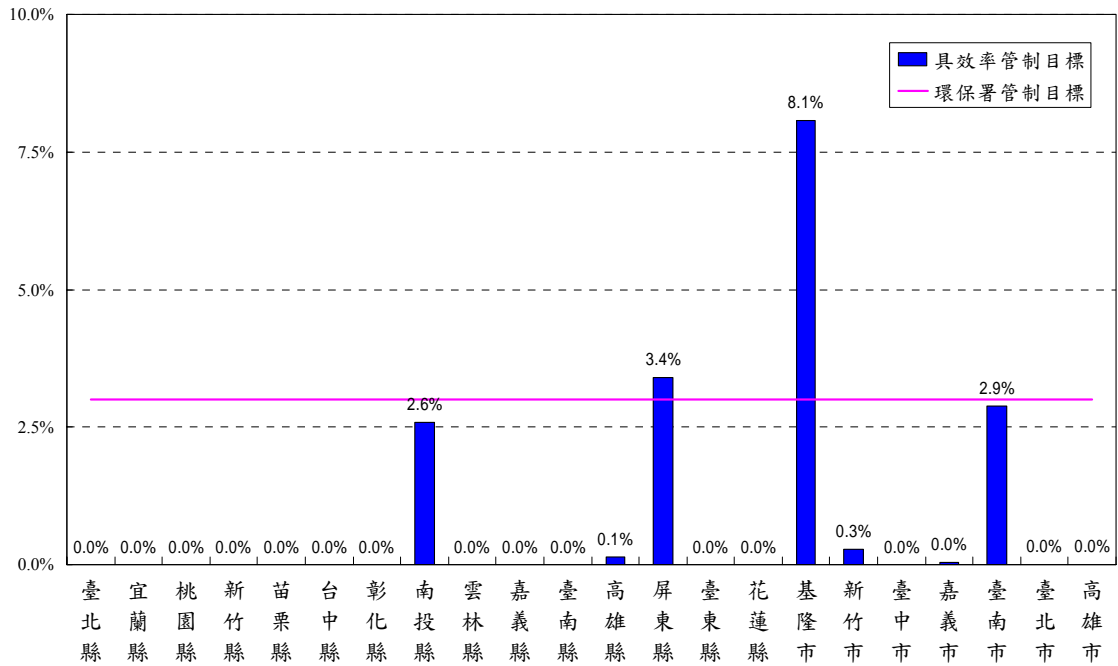


圖 5-47 92 年全年空氣高污染日數比例管制目標比較圖

雖然模型三在各縣市空氣品質維護績效評估上較模型一具備更廣泛的代表性，但根據模型三所計算出各年間的管制目標顯示了各縣市全年空氣高污染日數比例的效率管制目標呈現了劇烈的差異性變化。今以台北市、台中市與高雄市三個代表台灣地區北中南的都會區為例，三種模型在 92 年分別計算出的效率管制目標如圖 5-48 至與圖 5-50 所示

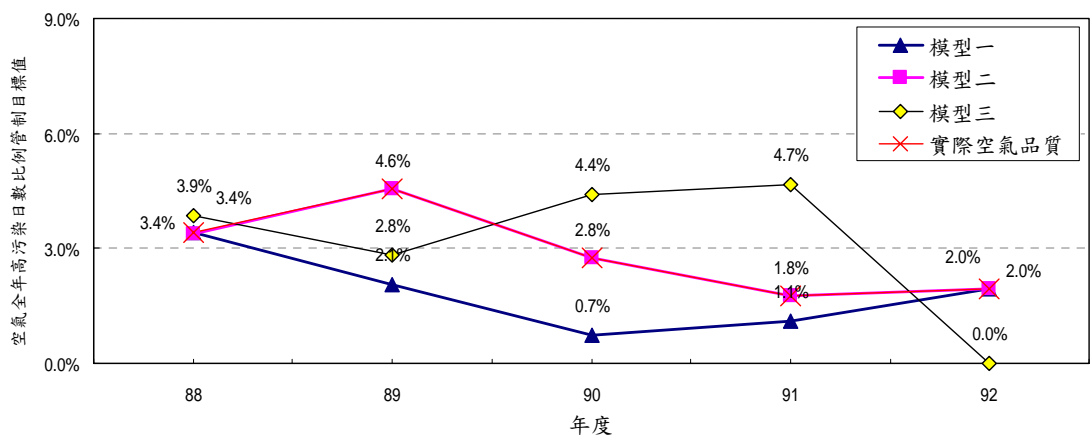


圖 5-48 不同模型下台北市 88 至 92 年全年空氣高污染日數比例效率管制目標推移圖

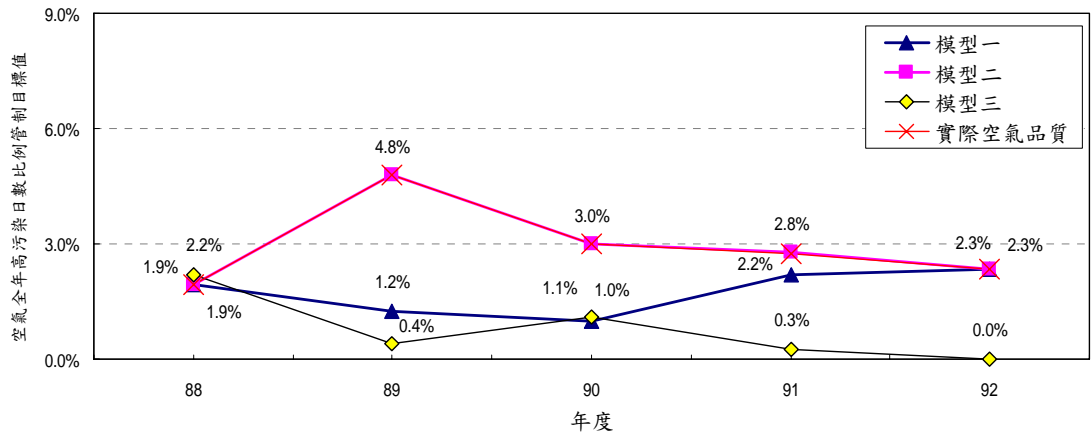


圖 5-49 不同模型下台中市 88 至 92 年全年空氣高污染日數比例效率管制目標推移圖

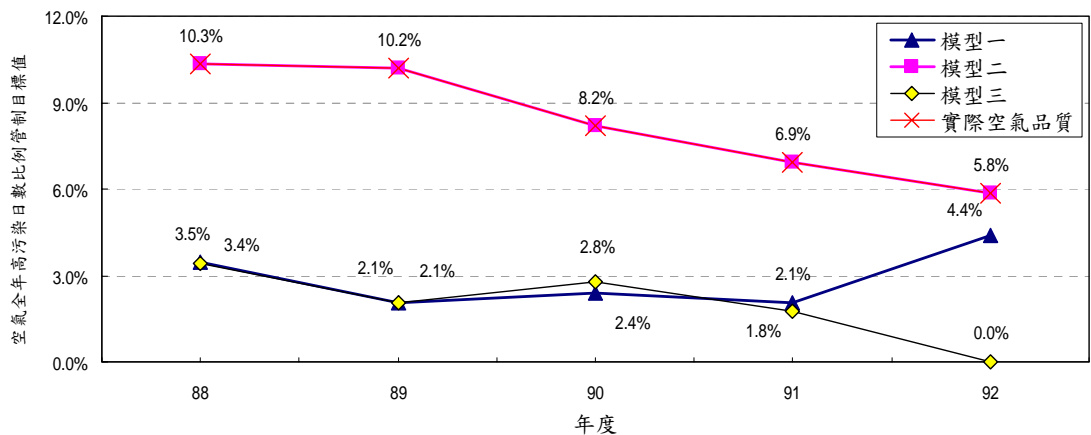


圖 5-50 不同模型下高雄市 88 至 92 年全年空氣高污染日數比例效率管制目標推移圖

由上述三種模型的投入產出項目設定可知，模型三在針對各縣市空氣品質維護績效評估上應較模型一具備更廣泛的考量（因考慮到民眾觀感），但根據模型三所計算出各年間的管制目標顯示了各縣市全年空氣高污染日數比例的效率管制目標呈現了劇烈的差異性變化。整體而言，模型三的計算結果對於上述三大都會區的效率管制目標最為嚴格，模型二最為寬鬆，但是由於各縣市環保機關經費自 90 年以後多呈負成長的狀態，因此模型三所計算出全年空氣高污染日數比例的效率管制目標對於各縣市環保機關的接受度與達成度均較模型一與模型二的計算結果為低。至於模型一與模型二的比較上，由於模型二的效率管制目標值較為寬鬆，根據模型二計算結果目前台北市、台中市與高雄

市三大都會區的空氣品質維護績效上均屬於有效率，此點和環保署管制目標差距太大，且也不符合民眾對於上述都會區空氣品質的評價，基本上環保機關的接受度與達成度應以模型一為佳。

5-5 考量空品區的空氣品質維護績效評估模型

由於資料包絡分析法僅適用於同類型具有比較性意義的受評對象。由於空氣污染問題屬於跨區域性的問題，因此台北市與高雄市是否具有比較性的意義將為本章節所要討論的重點。本研究中針對受評縣市是否依據空品區分類之考量，區分整理為見表 5-21 所表示的兩種方法：

表 5-21 受評縣市分類方式一覽表

分類方式	考量理由
不分類	考量各縣市民眾應享有同等空氣品質的權利，因此針對台灣地區所有縣市進行比較分析。
以空品區分類	考量空氣品質屬於跨縣市問題與中尺度 (mesoscale) 大氣污染問題。依環保署目前將台灣地區區分為 7 大空品區的方式加以分類，並分別進行比較分析。

由於台灣地區空品區內具有大氣擴散的特定相似性 (Yu, 2001)，根據目前環保署針對台灣地區所區分之 7 大空品區，由於宜蘭空品區目前僅規劃宜蘭縣此一縣市，本研究中則以地域性為考量，另將宜蘭與花東空品區合併為一群。各群分類方式如表 5-22 所示：

表 5-22 台灣地區各縣市群落組成一覽表

分類	空品區名稱	縣市名稱
第一群	北部空品區	台北縣、桃園縣、基隆市、台北市
第二群	竹苗空品區	新竹縣、苗栗縣、新竹市
第三群	中部空品區	台中縣、彰化縣、南投縣、台中市
第四群	雲嘉南空品區	雲林縣、嘉義縣、嘉義市、台南縣、台南市
第五群	高屏空品區	高雄縣、屏東縣、高雄市
第六群	宜蘭、花東空品區	宜蘭縣、台東縣、花蓮縣

今將模型一將以改良成表 5-23 所顯示的模型四內容：

表 5-23 不同模型下投入產出項目選擇一覽表

項目		模型四
受評對象分類方式		不分區
投入項目	各縣市政府環保經費（不含廢棄物清理經費）	◎
	各縣市政府環保人力（不含廢棄物清理人員）	◎
產出項目	全年空氣低污染日數比例($PSI \leq 100$)	◎

註：◎代表此項目被選用

5-5-1 北部空品區

根據模型四的假設情況，北部空品區 4 個縣市的空氣品質維護效率值計算結果如表 5-24 所示：

表 5-24 88 至 92 年北部空品區空氣品質維護當期效率值

年度	縣市名稱	技術效率	純粹技術效率	規模效率	規模報酬
88	臺北縣	0.140	0.143	0.979	irs
	桃園縣	0.595	1.000	0.595	drs
	基隆市	1.000	1.000	1.000	crs
	臺北市	0.207	0.212	0.979	irs
89	臺北縣	0.149	0.151	0.991	irs
	桃園縣	0.636	1.000	0.636	drs
	基隆市	1.000	1.000	1.000	crs
	臺北市	0.227	0.23	0.987	irs
90	臺北縣	0.211	0.214	0.985	irs
	桃園縣	0.854	0.854	0.999	irs
	基隆市	1.000	1.000	1.000	crs
	臺北市	0.415	0.423	0.981	irs
91	臺北縣	0.226	0.230	0.980	irs
	桃園縣	0.718	0.730	0.984	irs
	基隆市	1.000	1.000	1.000	crs
	臺北市	0.232	0.236	0.982	irs
92	臺北縣	0.186	0.188	0.989	irs
	桃園縣	0.642	0.642	1.000	crs
	基隆市	1.000	1.000	1.000	crs
	臺北市	0.224	0.228	0.983	irs

整體而言，由上述計算結果可知基隆市為上述縣市中相對具技術效率的縣市，台北縣與台北市則為技術效率相對不佳的縣市，而桃園縣具備技術效率不具備規模效率，計算結果顯示台北縣與台北市呈規模報酬遞增，應擴大規模方能在空氣品質維護上達到規模效率。

表 5-25 88 至 92 年全年空氣高污染日數比例效率管制目標與環保署管制目標比較表

編號	縣市名稱	各縣市全年空氣高污染日數比例效率管制目標					環保署管制目標
		88	89	90	91	92	3%
1	臺北縣	1.4%	3.3%	0.9%	0.0%	0.3%	3%
3	桃園縣	1.2%	1.6%	0.9%	0.0%	0.3%	3%
16	基隆市	1.4%	3.3%	0.9%	0.0%	0.3%	3%
21	臺北市	1.4%	3.3%	0.9%	0.0%	0.3%	3%

5-5-2 竹苗空品區

根據模型四的假設情況，竹苗空品區 3 個縣市的空氣品質維護效率值計算結果如表 5-26 所示：

表 5-26 88 至 92 年竹苗空品區空氣品質維護當期效率值

年度	縣市名稱	技術效率	純粹技術效率	規模效率	規模報酬
88	新竹縣	1.000	1.000	1.000	crs
	苗栗縣	0.699	1.000	0.699	drs
	新竹市	1.000	1.000	1.000	crs
89	新竹縣	1.000	1.000	1.000	crs
	苗栗縣	1.000	1.000	1.000	crs
	新竹市	0.671	1.000	0.671	drs
90	新竹縣	1.000	1.000	1.000	crs
	苗栗縣	1.000	1.000	1.000	crs
	新竹市	0.477	0.537	0.888	drs
91	新竹縣	1.000	1.000	1.000	crs
	苗栗縣	1.000	1.000	1.000	crs
	新竹市	0.732	1.000	0.732	drs
92	新竹縣	1.000	1.000	1.000	crs
	苗栗縣	1.000	1.000	1.000	crs
	新竹市	0.720	1.000	0.720	drs

整體而言，由上述計算結果可知新竹縣為上述縣市中相對具技術效率的縣市，新竹市則為技術效率相對不佳的縣市。

表 5-27 88 至 92 年全年空氣高污染日數比例效率管制目標與環保署管制目標比較表

編號	縣市名稱	各縣市全年空氣高污染日數比例效率管制目標					環保署管制目標
		88	89	90	91	92	
							3%
4	新竹縣	3.5%	2.1%	1.2%	1.6%	1.0%	3%
5	苗栗縣	2.1%	2.1%	0.7%	1.1%	0.7%	3%
17	新竹市	2.2%	1.6%	1.1%	0.3%	0.0%	3%

5-5-3 中部空品區

根據模型四的假設情況，中部空品區 4 個縣市的空氣品質維護效率值計算結果如表 5-40 所示：



表 5-28 88 至 92 年中部空品區空氣品質維護當期效率值

年度	縣市名稱	技術效率	純粹技術效率	規模效率	規模報酬
88	台中縣	1.000	1.000	1.000	crs
	彰化縣	0.699	1.000	0.699	drs
	南投縣	1.000	1.000	1.000	crs
	台中市	1.000	1.000	1.000	crs
89	台中縣	1.000	1.000	1.000	crs
	彰化縣	1.000	1.000	1.000	crs
	南投縣	0.671	1.000	0.671	drs
	台中市	1.000	1.000	1.000	crs
90	台中縣	1.000	1.000	1.000	crs
	彰化縣	1.000	1.000	1.000	crs
	南投縣	0.477	0.537	0.888	drs
	台中市	1.000	1.000	1.000	crs
91	台中縣	1.000	1.000	1.000	crs
	彰化縣	1.000	1.000	1.000	crs
	南投縣	0.732	1.000	0.732	drs
	台中市	1.000	1.000	1.000	crs
92	台中縣	1.000	1.000	1.000	crs
	彰化縣	1.000	1.000	1.000	crs
	南投縣	0.720	1.000	0.720	drs
	台中市	1.000	1.000	1.000	crs

整體而言，由上述計算結果可知台中縣為上述縣市中相對具技術效率的縣市，南投縣則為技術效率相對不佳的縣市。

表 5-29 88 至 92 年全年空氣高污染日數比例效率管制目標與環保署管制目標比較表

編號	縣市名稱	各縣市全年空氣高污染日數比例效率管制目標					環保署管制目標
		88	89	90	91	92	3%
6	台中縣	2.8%	1.7%	1.5%	2.1%	1.7%	3%
7	彰化縣	4.2%	5.3%	3.2%	2.6%	1.9%	3%
8	南投縣	9.9%	8.5%	3.6%	2.6%	5.5%	3%
18	臺中市	1.9%	4.8%	3.0%	2.6%	2.3%	3%

5-5-4 雲嘉南空品區

根據模型四的假設情況，雲嘉南空品區 5 個縣市的空氣品質維護效率值計算結果如表 5-30 所示：

整體而言，由上述計算結果可知嘉義市為上述縣市中相對具技術效率的縣市，台南縣則為技術效率相對不佳的縣市。

表 5-30 88 年至 92 年雲嘉南空品區空氣品質維護當期效率值

年度	縣市名稱	技術效率	純粹技術效率	規模效率	規模報酬
88	雲林縣	0.617	1.000	0.617	drs
	嘉義縣	0.595	0.597	0.997	irs
	台南縣	0.383	0.383	1.000	crs
	嘉義市	1.000	1.000	1.000	crs
	台南市	0.644	0.648	0.994	irs
89	雲林縣	1.000	1.000	1.000	crs
	嘉義縣	0.623	0.623	0.999	irs
	台南縣	0.354	1.000	0.354	drs
	嘉義市	1.000	1.000	1.000	crs
	台南市	0.687	1.000	0.687	drs
90	雲林縣	1.000	1.000	1.000	crs
	嘉義縣	0.860	1.000	0.860	drs
	台南縣	0.526	1.000	0.526	drs
	嘉義市	1.000	1.000	1.000	crs
	台南市	0.481	0.490	0.983	irs
91	雲林縣	0.893	1.000	0.893	drs
	嘉義縣	0.815	0.818	0.996	irs
	台南縣	0.490	0.494	0.993	irs
	嘉義市	1.000	1.000	1.000	crs
	台南市	1.000	1.000	1.000	crs
92	雲林縣	0.578	0.948	0.610	drs
	嘉義縣	0.592	1.000	0.592	drs
	台南縣	0.405	1.000	0.405	drs
	嘉義市	1.000	1.000	1.000	crs
	台南市	0.758	1.000	0.758	drs

表 5-31 88 至 92 年全年空氣高污染日數比例效率管制目標與環保署管制目標比較表

編號	縣市名稱	各縣市全年空氣高污染日數比例效率管制目標					環保署管制目標
		88	89	90	91	92	3%
9	雲林縣	2.9%	4.6%	4.1%	3.6%	2.4%	3%
10	嘉義縣	3.6%	4.1%	2.6%	4.2%	2.2%	3%
11	臺南縣	3.6%	3.7%	2.5%	3.3%	2.1%	3%
19	嘉義市	3.6%	4.1%	2.8%	2.2%	4.4%	3%
20	臺南市	3.6%	4.0%	2.8%	4.7%	2.9%	3%

5-5-5 高屏空品區

根據模型四的假設情況，高屏空品區 3 個縣市的空氣品質維護效率值計算結果如表 5-32 所示：

表 5-32 88 至 92 年高屏空品區空氣品質維護當期效率值

年度	縣市名稱	技術效率	純粹技術效率	規模效率	規模報酬
88	高雄縣	0.800	0.805	0.994	irs
	屏東縣	1.000	1.000	1.000	crs
	高雄市	0.256	0.260	0.984	irs
89	高雄縣	0.697	0.723	0.964	irs
	屏東縣	1.000	1.000	1.000	crs
	高雄市	0.256	1.000	0.256	drs
90	高雄縣	0.737	0.740	0.995	irs
	屏東縣	1.000	1.000	1.000	crs
	高雄市	0.316	1.000	0.316	drs
91	高雄縣	0.863	1.000	0.863	drs
	屏東縣	1.000	1.000	1.000	crs
	高雄市	0.432	1.000	0.432	drs
92	高雄縣	0.721	0.739	0.976	irs
	屏東縣	1.000	1.000	1.000	crs
	高雄市	0.419	0.419	0.999	crs

整體而言，由上述計算結果可知屏東縣為上述縣市中相對具技術效率的縣市，高雄市則為技術效率相對不佳的縣市。

表 5-33 88 至 92 年全年空氣高污染日數比例效率管制目標與環保署管制目標比較表

編號	縣市名稱	各縣市全年空氣高污染日數比例效率管制目標					環保署管制目標
		88	89	90	91	92	
							3%
12	高雄縣	8.9%	10.7%	8.6%	7.2%	5.8%	3%
13	屏東縣	8.9%	10.7%	8.6%	8.5%	5.8%	3%
22	高雄市	8.9%	10.2%	8.2%	6.9%	5.8%	3%

5-5-6 宜蘭花東空品區

根據模型四的假設情況，宜蘭花東空品區 3 個縣市的空氣品質維護效率值計算結果如表 5-34 所示：

表 5-34 88 至 92 年宜蘭花東空品區空氣品質維護當期效率值

年度	縣市名稱	技術效率	純粹技術效率	規模效率	規模報酬
88	宜蘭縣	0.564	0.566	0.997	irs
	台東縣	1.000	1.000	1.000	crs
	花蓮縣	0.975	0.977	0.997	irs
89	宜蘭縣	0.780	0.784	0.995	irs
	台東縣	1.000	1.000	1.000	crs
	花蓮縣	0.789	0.789	1.000	crs
90	宜蘭縣	0.790	1.000	0.790	drs
	台東縣	1.000	1.000	1.000	crs
	花蓮縣	0.962	0.967	0.994	irs
91	宜蘭縣	0.752	0.753	0.999	irs
	台東縣	1.000	1.000	1.000	crs
	花蓮縣	0.906	0.906	1.000	crs
92	宜蘭縣	0.737	0.737	1.000	crs
	台東縣	1.000	1.000	1.000	crs
	花蓮縣	0.875	0.875	1.000	crs

整體而言，由上述計算結果可知台東縣為上述縣市中相對具技術效率的縣市，宜蘭縣則為技術效率相對不佳的縣市。

表 5-35 88 至 92 年全年空氣高污染日數比例效率管制目標與環保署管制目標比較表

編號	縣市名稱	各縣市全年空氣高污染日數比例效率管制目標					環保署管制目標
		88	89	90	91	92	3%
2	宜蘭縣	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	3%
14	臺東縣	0.0%	0.0%	0.5%	0.0%	0.0%	3%
15	花蓮縣	0.0%	0.0%	0.5%	0.0%	0.0%	3%

5-5-7 空品區管制目標的比較

雖然台灣地區目前的空氣品質較以往已有改善，但是在空氣品質的持續改善工作上也遭遇到一些困難，主要原因除了全球氣候變遷與中國、印度等新興國家崛起所導致大量污染排放產生的跨國污染傳輸現象外，國內經濟的停滯使得國民所得並無具體的增加，因此導致空氣品質維護資源投入上也受到政府的忽略，由91年之後空氣品質的實際監測數據顯示此一下降趨勢，也由於空氣品質的下降，導致環保署原訂的空氣品質管制中長期目標（詳見第一章圖 1-3 所示）面臨無法達成的困難，也因此日前環保署也計畫重新針對台灣地區7大空品區（北部空品區、竹苗空品區、中部空品區、雲嘉南空品區、高屏空品區、宜蘭空品區及花東空品區）空氣品質維護短中期目標進行檢討放寬。目前環保署委託相關顧問公司來訂定上述目標主要依據為先前各空品區所監測的全年空氣高污染日數比例而以趨勢線推估的方式加以訂定（見表 5-36）。

表 5-36 台灣地區全年空氣高污染日數比例環保署管制目標計畫修正一覽表

地區 \ 民國	90	93	95	100	資料來源
全國	3%	暫無訂定	2%	1.5%	國家環境保護計畫
中部空品區	暫無訂定	2.4%	1.9%	1.5%	中部空品區總量管制示範計畫
高屏空品區	10%	6.5%	6%	4%	高屏空品區行動綱要計畫

今根據模型四的計算結果，考量重要空品區的效率管制目標結果，將 88 年至 92 年所計算的結果以指數曲線進行推算，其方程式為：

$$Y = \beta_0 \times \beta_1^1 \times \beta_2^2 \dots \times \beta_n^n \quad (5-1)$$

Y: 應變數

X: 自變數

$\beta_0, \beta_1, \beta_2 \dots \beta_n$: 常數項



今根據模型四的計算結果以表 5-37 表示：

表 5-37 以模型四計算出台灣地區全年空氣高污染日數比例效率管制目標一覽表

地區 \ 民國	90	93	95	100	說明
全國	2.7%	1.8%	1.3%	0.6%	以曲線估計迴歸分析(5-1)式計算
中部空品區	2.8%	2.0%	1.5%	0.6%	
高屏空品區	8.5%	5.7%	4.0%	2.5%	

由上表計算結果可知，以模型四的計算結果的空氣品質效率管制目標較環保署嚴格，其可能因素為考量目標達成的嚴格性與環保經費負成長下可能產生的風險。但模型四的計算結果仍提供中央環保機關在規劃全年空氣高污染日數比例管制目標的立論依據。

第六章 結論與建議

6-1 結論

本研究主要在建立並比較不同假設模型下各縣市空氣品質維護績效評估模型。其投入產出主要是以台灣地區各縣市環保機關經費與人力作為其投入項目，空氣品質狀態指標、空氣品質狀態涵蓋人口總量與單位空氣污染陳情件數代表人口數作為其產出項目，計算並說明較各縣市在不同年度下空氣品質維護之技術效率、純粹技術效率與規模效率等的變化情況，藉以觀察並說明各縣市間效率變化的情況與差異所在。本研究所建立的模型除可供台灣地區各縣市政府作為其計算並比較各縣市間空氣品質維護效率的優劣外，本研究並進一步探討部分縣市有效率及效率較差的可能原因，以便上述研究結果可作為日後中央環保機關在規劃並評比各縣市空氣污染防制資源運用好壞的結果。

本研究中除了說明台灣地區空氣污染防制的狀況及台灣地區空氣污染監測站網的發展進行說明外，針對空氣污染物指標 PSI 的相關定義、計算方式與其對人體的影響在本研究中也作了清楚的說明。

本研究同時考量應用經濟、環境工程、環境管理三方面領域來建構不同考量下評估台灣地區各縣市政府空氣品質維護績效模型，並以資料包絡分析法（DEA）作為計算各縣市間相對效率的計算方法及工具。

目前台灣地區各縣市空氣品質維護績效評估上目前政府並無一套具體評估的工具與方法，本研究說明了只要在環境相關資料數據完整且不違背投入產出同向性的原則下，本研究可以提供環境決策者作為規劃分配環境保護相關經費與人力及評估其效率的方法依據。

本研究中共假設了四種模型，根據前三種模型所計算出的相關結果顯示，在目前台灣地區各縣市空氣品質維護績效評估模型上仍以模型一較適合作為現行效率評估的依據。主要因為在技術效率與全年空氣高污染效率管制目標上模型一均較模型二與模型三具備更接近空

氣品質持續改善的目前以及環保經費負成長的現況，加上民眾對於空氣污染陳情件數在各縣市的統計工作上仍具備一些不確定因素存在，因此雖然模型二與模型三在投入產出範圍上有著較模型一更廣泛的考量，但是由上述模型的計算結果可知模型一則現行可符合民眾期待與環保機關接受度的較佳模型。而模型四則適用於以台灣地區現有空品區作為其訂定管制目標對象的計算方式，主要考量現有台灣地區空品區的情況，並以模型一的計算方法求得現在與未來各空品區空氣品質管制目標的結果。

環保署目前針對台灣地區空氣品質維護之管制目標主要為全年空氣高污染日數比例的降低，為了達到此一施政目標，環保署除要求各縣市環保機關針對空氣污染排放來源進行必要的稽查與管制外，各縣市環保機關也需積極從事固定污染源與移動污染源的管理，由目前實際空氣監測紀錄以及本研究中所計算的結果均顯示了各縣市空氣污染防治工作上彼此間的差異已逐漸在縮小中，也說明了空氣污染防治工作已經初步獲得了一些成效。惟近年來台灣地區經濟成長率與國民所得的停滯甚至負成長的現象是否會造成空氣品質的惡化，仍有待空氣品質的持續監測與分析 (Wu, 1998)。

6-2 建議

6-2-1 對於環保署的建議

由於目前各縣市環境保護經費尚未充分透明化，因此在現有環保經費中投入空氣污染防治改善的相關費用及比例無法獲得充分資訊的情況下，本研究所蒐集之各縣市環保經費與人力資訊是否能充分反應空氣污染防治的真實現況仍有待更需深入分析，目前相關統計數據仍無法保證現有環境保護經費充分運用在空氣污染防治的廣度與深度（例如：固定污染源與移動污染源所佔經費的比例），進而進一步檢討各縣市分析發現有效率或無效率之真正原因，如此可提供各縣市環保單位的空氣品質維護工作效率績效上更多改善的資訊來源，也促使各縣市環保單位除了重視空氣品質維護之產出結果外，也重視經費與人力投入上使用上的效率。

6-2-2 對於各縣市政府的建議：

由本研究中使用資料包絡分析法計算的結果可知，各縣市空氣品質維護相關有效率的都市多為人口密度較低的都市，例如：新竹縣、台東縣等等。

根據模型一、模型二與模型三所計算出技術無效率的縣市政府多為台灣地區人口相對眾多的都市，例如：高雄市、台北市、台北縣等。上述結果顯示縣市人口數越多以及人口密度越高的縣市面臨的空氣污染問題目前尚無法由現有的環保經費與人力的增加就可以獲得有效的控制。

由於本研究中模式三所使用的產出指標之一為民眾對於空氣污染的陳情件數，此部分可以反應所謂環境社會面的改善指標，加上台灣地區在民意至上的前提下，本研究顯示在民國 91 年應為各縣市民眾對於空氣品質維護較為滿意的一年，惟此一部份各縣市間在不同年度呈現了較為劇烈的變化，對於各縣市環保機關在評估其空氣品質維護效率上容易造成分析上的困難度，也不容易找出施政的缺失與改善方向。

6-2-3 本研究的限制

由於空氣污染屬於一個開放性、跨區域與跨時間的環境問題，加上大尺度的空氣污染問題（例如：中國大陸地區所產生的沙塵暴）也可能影響台灣地區的空气品質狀態，因此本研究雖然提出數種評估各縣市環保單位空氣品質維護的績效評估模型，外來干擾對於產出結果（空氣監測站監測數值）的影響程度仍有待進一步的研究。

本研究中對於空氣品質維護經費與人力並無法取得更正確的數據，此部分仍有待環境保護統計資料日後的進一步的加以區分。

參考文獻

英文部分

1. Banker, R.D., Charnes, A. and Cooper, W.W., "Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis," Management Science, 30, 1078-1092, 1984.
2. Braat, L., The predictive meaning of sustainability indicator. In: In Search of Indicators of Sustainable Development, edited by Kuik and H. Verbruggen, Kluwer, Academic Publishers, Boston, pp. 57-70, 1991.
3. Charnes, A., Cooper, W. W. and Rhodes, E., "Measuring the Efficiency of Decision Making Units," European Journal of Operational Research, pp.429-444, 1978.
4. Charnes, A., Cooper, W. W., and Rhodes, E., "Data envelopment analysis as an approach for evaluating program and managerial efficiency - with an illustrative application to the program follow through experiment in U.S. public school education," Management Science, 27, 668-697, 1981..
5. Coelli, T. J., "A Guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis (Computer) Program," CEPA Working Paper 96/08, Department of Econometrics, University of New England, Armidale, 1996.
6. Färe R., S. Grosskopf, M. Norris, and Z. Zhang (1994), "Productivity Growth, Technical Progress, and Efficiency Change in Industrialized Countries," American Economic Review, 84, 66-83.
7. Färe, R., S. Grosskopf, and C.A.K. Lovell, "The Measurement of Efficiency of Production," Boston: Kluwer-Nijhoff, 1985.
8. Farrell, M. J., "The measurement of productive efficiency," Journal of Royal Statistical Society, 120, Series A, Part 3, 253-281, 1957.
9. Lewin, A.Y. and Minton, J.W., "Determining Organizational Effectiveness: Another Look and an Agenda for Research," Management Science, 32, 514-538, 1986.
10. McQueen, D., and H. Noak. , Health Promotion Indicators Current Status, Issues and Problems, Health Promotion, Vol. 3., 1988.

11. Robbins S.P., *Management*, 4th ed., New Jersey: Prentice - Hall, 1994.
12. Szilagyi, jr., A.D., *Management and Performance*, 2nd ed., New Jersey: Scott, Foresman and Company, 1984.
13. T. Y. Yu, L. F. W. Chang, "Delineation of air-quality basins utilizing multivariate statistical methods in Taiwan," *Atmospheric Environment*, 35, 2001.
14. Wu, P.I., "Economic Development and Environmental Quality: Evidence from Taiwan," *Asian Economic Journal*, 12(4): 395-412, 1998.

中文部分

1. 申永順，「企業環境報告書中環境績效指標系統之建立」，*環境管理研討會論文集*，民國 89 年。
2. 卓雅文，「半導體產業環境與安全衛生績效指標之研究」，國立雲林科技大學環境與安全工程研究所碩士論文，雲林，2001。
3. 胡均立、張子溥，「台灣各縣市環保機關之資源回收績效評估」，高雄大學實證經濟學研討會，2005。
4. 高強等，*管理績效評估資料包絡分析法*，初版，華泰文化事業公司，2003。
5. 秦維豪，「績效評估面談類型與績效評估成效之關連性研究」，中原大學企業管理學系碩士論文，2004。
6. 張益誠，「應用因子分析方法為臺灣地區建構永續發展趨勢評估指標系統」，台灣大學環境工程研究所博士論文，2001。
7. 張保隆、黃旭男、沈佩蒂，「台灣地區社會福利慈善事業基金會之績效評估」，*管理與系統*，第 4 卷第 1 期，145-160 頁，1997。
8. 張璞，劉國棟，劉志堅，「台灣地區空氣污染物排放總量推估技術之發展」，第八屆空氣污染控制技術研討會論文集，台中，第 597-614 頁，1991。
9. 程仁宏、林宜德，「空氣污染物排放量改善效率之評估：以台灣地區各縣市政府為例」，中國文化大學地理學系地理研究報告，第十

三期，2000。

10. 黃先鋒，「台電開發電源基金運用績效評估－資料包絡分析模式(DEA)之應用」，國立中山大學企業管理研究所碩士論文，1997。
11. 黃旭男、唐先楠：「台灣地區環境品質之衡量」，管理與系統，第三卷第一期，117-134 頁，1996。
12. 黃旭男，「二階段資料包絡分析法在績效評估上之應用：以台灣地區環保機構組織績效之評估為例」，管理與系統，第 6 卷第 1 期，111-130 頁，1999。
13. 廖述良，「水土資源永續指標體系及其評量與評價方法之建立」，國科會專題研究計畫，1999。
14. 廖金環，「結合灰色關聯與資料包絡法分析台灣各縣市資源回收績效之研究」，國防大學國防管理學院後勤管理研究所碩士論文，2003。
15. 環保署，中華民國台灣地區環境保護統計年報（2000），台北，2000。
16. 環保署，中華民國台灣地區環境保護統計年報（2001），台北，2001。
17. 環保署，中華民國台灣地區環境保護統計年報（2002），台北，2002。
18. 環保署，中華民國台灣地區環境保護統計年報（2003），台北，2003。
19. 環保署，中華民國台灣地區環境保護統計年報（2004），台北，2004。
20. 環保署，環境白皮書，台北，2003。
21. 環保署網站，<http://www.epa.gov.tw>，2005。
22. 魏清圳、胡毓彬、李博文，「以 DEA 模型評估縣市政府開闢財源績效作為補助基準之研究」，財稅研究，第 32 期第 6 卷，107-135 頁，2000。