

南華大學
環境管理研究所碩士班
碩士論文

以損害函數法評估空氣污染對社會成本影響
Assessing the Impact of Air Pollution to
Social Cost Using Damage Function Approach

研究生：歐陽戰

指導教授：楊國樑 博士

于健 博士

中華民國九十七年十二月

南 華 大 學

環境管理研究所

碩士學位論文

以損害函數法評估空氣汙染對社會成本影響

研究生：歐陽韋

經考試合格特此證明

口試委員：楊青隆
丁嘉敏
楊國樑

指導教授：楊國樑
于健

系主任(所長)：陳引榮

口試日期：中華民國九十七年十二月二十六日

摘要

為了經濟發展與國民生活水準提升，工業化時代到來是時勢所趨，但伴隨著工業化所帶來對環境之影響亦是另一項重要課題，尤其是空氣污染之嚴重性，更是明顯且令人直接感受到不舒服。而呼吸道疾病更是嚴重受到空氣污染影響，呼吸不乾淨的空氣容易引起或加劇肺癌、肺炎、氣喘和結核等呼吸疾病。台灣在呼吸道疾病門、住診之費用相當龐大，根據 1999 年至 2006 年醫療統計年報顯示，台灣在呼吸道疾病門、住診費用平均每年約有 516 億元之多。

政府為保障民眾呼吸道健康，歷年來陸續建立空氣品質監控系統，對環境排放量進行監控與管制，並持續投入空氣污染防治費，以改善各縣市空氣品質。根據政府環保歲出預算統計，1999 年至 2006 年，政府平均每年約花費 3.2 億歲出預算於空氣品質防治，然此空氣品質防治歲處預算與醫療費用相比則明顯偏低。政府若能持續投入改善經費，提升空氣品質，空氣品質之提升應能降低健康醫療費用，則社會成本（空氣品質防治費用與醫療費用之總和）當能因此大為降低。

本研究以三類空氣污染指數資料（環保署環境品質變化資料 PSI 不良日數比例、環境資料庫與空氣品質年報內之污染物濃度）為分析基礎，結合環保歲出預算資料與行政院衛生署健保醫療支出進行統計分析，藉此了解空氣污染對人體健康之不良影響。經由損害函數法之評估，得出以下幾點：(一)整體 PSI 不良比率結果顯示，政府空氣品質防治預算，對於呼吸道疾病醫療費用確實有所影響；(二)以環境資料庫與空氣品質年報內之全台污染物濃度進行分析，結果顯示二氧化硫與 PM₁₀ 之迴歸函數符合預期結果；(三)以各空品區之污染物進行分析，污染物濃度較高地區(如高屏)，結果與 PSI 不良日數比率對社會成本影響相似；(四)根據污染物具有移動性與地域性之特性進行各空品區與鄰近空品區之擴散效應分析，結果亦顯示出污染物在

各空品區平均之後，平均濃度會被臨近空品區拉低，此分析結果不符全台變化，以此推斷污染物濃度似乎對鄰近空品區影響不大。

關鍵字: 損害函數法、空污防治、社會成本、擴散效應

Abstract

Industrialization is unavoidable for economic development and living standard increasing. The resulting impact from industrialization, however, is an important issue that should be considered. The severity of air pollution is recognized as obviously and directly uncomfortable for living. Chronic respiratory diseases are seriously influenced by air pollution and the inhalation of unclean air will easily cause or worsen respiratory diseases such as lung cancer, pneumonia, asthma, and tubercle etc. According to the annual medical statistics from 1999 to 2006, average medical expenditure accounts for an enormous number as much as NT\$ 51.6 billion in Taiwan.

The government has continuously built up supervision system of the air quality annually to monitor and control environment emissions. Abatement fee is also devoted to improve air quality in every city. According to the annual environmental protection statistics from 1999 to 2006, the amount of abatement fee could be as much as NT\$ 0.32 billion, an amount that is relatively lower compared to the medical expenditure. If government can keep improving on the abatement budget of air pollution, air quality will therefore be improved and medical expenditure on respiratory diseases will decrease with a resulting decrease in social cost (summation of air pollution abatement fee and medical expenditure).

This research employs three different types of air pollution index data (ratio of inferior daily PSI from Environmental Protection Administration (EPA) data bank, environmental database, and density of pollutant from annual report of air quality), data of EPA annual budget, and health insurance and medical expenditure from Department of Health to estimate the influence of air pollution to human healthy. Damage Function Method is used in this research and the estimated results show that (A) ratio of inferior daily PSI suggests a significant influence of government abatement expenditure on medical expenditure of respiratory diseases; (B) regression analysis from environmental database and annual report of air quality show that sulphur dioxide (SO₂) and PM₁₀ match the ex ante expectation; (C) analysis on 7 areas of air quality in Taiwan demonstrates a

perfect match of influence of PSI to social cost in high pollutant density area; (D) analysis of expansion effect according to mobility of pollutants and geographical characteristics shows that average density of pollutants will be lighter because of the neighboring effects, and the result is contradictory to that of PSI with the implication of a minimal influence of pollutant density to the area of air quality.

Keywords: Damage Function Method, Air Pollution Abatement, Social Cost, Expansion Effect

目錄

第一章 緒論.....	1
第一節 研究背景.....	1
第二節 研究目的	5
第二章 文獻探討.....	6
第一節 空氣污染對人體健康之影響.....	6
第二節 空氣品質防治政策.....	9
第三節 空氣污染對經濟成本耗損.....	10
第三章 研究方法.....	13
第一節 基礎損害函數法.....	13
第二節 本研究建構之損害函數	14
第四章 資料來源.....	18
第一節 汙染濃度測值.....	18
第二節 呼吸道疾病的門、住診費用.....	22
第三節 政府空氣污染防治預算.....	26
第五章 結果.....	28
第一節 全台空氣品質不良日數比率、呼吸道疾病門、住診費用和空氣品質防治預算三者之關係.....	28
第二節 全台一氧化碳、二氧化硫、二氧化碳、臭氧和 PM10 染物濃度為汙染測值分析結果.....	29
第三節 全台各空品區污染物質分析結果	33
第四節 全台各空品區污染物質擴散效應分析結果.....	38
第六章 結論與建議.....	45

第一節 結論.....	45
第二節 建議.....	47
參考文獻.....	49
表附錄.....	52

第一章 緒論

第一節 研究背景

因工業化的到來改善人類生活水平，而大量燃煤之工業發展，造就各國出現嚴重空氣污染。而後時代漸進，排放高污染之科技產業如鋼鐵廠、化工廠和晶圓廠等像雨後春筍般出現。因此這些科技和耗能產業所排放黑煙和汙染物進入空氣中，不但對環境造成傷害，吸入人體對健康之影響更是直接可見。

個人認為經濟之發展與健康之重要性孰重孰輕是一項重要之議題，在放下自利之觀點以客觀角度和現實狀況對空氣污染與人體健康作整體成本之分析，藉以了解台灣呼吸道疾病健康成本是否還有改善之空間。以下為本研究所運用之資料與方法簡述：

一 空氣污染

空氣污染是經由各種活動對原本適合生物生存之空氣品質造成不良的影響，人類生存需要氧氣進行呼吸，植物需要二氧化碳行光合作用；因此空氣品質對身體健康與日常活動之影響是十分需要重視的，而經濟發展所伴隨的工業污染、化學污染等對環境之破壞，更是對空氣品質產生相當大影響。

空氣中主要之汙染物有懸浮微粒(PM₁₀)、臭氧(O₃)、二氧化硫(SO₂)、一氧化碳(CO)和二氧化氮(NO₂)等，這些空氣汙染物對人體與自然環境更是具有相當影響力。據監測站所監測出空氣中懸浮微粒(PM₁₀)(粒徑 10 微米以下之細微粒)、二氧化硫(SO₂)、二氧化氮(NO₂)、一氧化碳(CO)及臭氧(O₃)濃度等數值作為空氣品質監測指標，並依各種不同汙染物對人體不同影響性，分別界定出副指標值，再以當日各副指標值之最大值為該測站當日之空氣污染指標值

PSI。表 1 為 PSI 值與汙染濃度對照表，本研究所關心之範圍在 PSI 值大於 50 之範圍。而表 2 為環保署認定之 PSI 值對人體健康影響之標準。當 PSI 在良好狀態對一般民眾健康並無影響，普通狀態沒有立即性之影響，不良狀態會因汙染物特性出現症狀，而達到有害之情況下身體感到不適之症狀顯著且會惡化，對減低正常人運動能力(行政院環保署空氣品質監測網)。

表1 行政院環保署空氣汙染指標(PSI)值與汙染物濃度對照表

PSI 值	PM ₁₀ : 24 小時平均值	SO ₂ : 24 小時平均值	CO: 24 小時內最大 8 小時最大值 平均值	O ₃ : 24 小時內最大 小時值	NO ₂ : 24 小時內 最大小時值
	單位:µg/m ³	單位: ppb	單位: ppm	單位: ppb	單位: ppb
50	50	30	4.5	60	-
100	150	140	9	120	-
200	350	300	15	200	600
300	420	600	30	400	1200
400	500	800	40	500	1600

資料來源:行政院環保署空氣品質監測網

表2 行政院環保署空氣污染指標(PSI)值對人體健康影響之分類標準

指標值(PSI)	對人體健康影響之分類標準
0~50	良好
51~100	普通
101~199	不良
200~299	非常不良
300 以上	有害

資料來源:行政院環保署空氣品質監測網

二 呼吸道疾病門、住診費用

呼吸道疾病就醫人數與費用多寡和空氣污染變化是相當直接的，因此許多國內學者在研究空氣污染對人體影響亦經常以呼吸系統疾病作為關係指標。多數研究皆以評估各地區呼吸道疾病發病率和就診率，亦或工業區高濃度污染物對人體之影響，而研究結果亦證實了空氣污染確實影響了呼吸道疾病之發生率。

根據中央健康保險局統計，台灣在1999年到2006年這八年中每年平均花費516億元在呼吸道疾病門、住診上，佔了總門、住診費用16.07%。而呼吸道疾病項目中主要疾病有:支氣管炎、肺氣腫、氣喘、急性上呼吸道感染和流行性感冒(中央健保局)。而急性上呼吸道感染包括:急性鼻咽炎、急性鼻竇炎、急性咽炎、急性扁桃腺炎、急性喉炎和氣管炎，其中氣喘、支氣管炎、肺氣腫更是容易由空氣污染所引起(張永源、陳昭式，2002)。因此本研究將空氣品質對

呼吸道疾病門、住診費之影響作為空氣污染對健康損害之指標，如此以費用表示健康受損害之價值，更能清楚了解空氣污染對健康影響之嚴重性。

三 空氣品質保護

為了使空氣品質與趕上甚至超過其他先進國家之水準，從民國 84 年環保署開徵空污基金，中央政府和地方環保機關未了落實空污費「專款專用」精神，將其運用於空氣污染的防制工作上。因此陸續推動固定污染源污染管制、車輛排氣污染管制、油品改善、溫室氣體管制、破壞臭氧層污染物管制、潔淨能源使用推廣、氣候變遷因應調適、綠美化及空品淨化區等多面向管制工作。在污染排放量方面，與 84 年未徵收空污費前，各類污染物排放量沒有進一步管制措施，污染排放量隨社會經濟成長而有顯著增加，在實際執行各項管制後，主要污染物排放量與未管制的自然成長量相比，共計削減約 26%~65%，明顯抑制減少了污染物排放量，亦使得近年來整體空氣品質獲得大幅改善(行政院環保署空氣品質防治簡介)。

但是在環保預算方面，國人對該預算應用之情形並不了解，大部分人對於空氣品質敏感性亦不高。但是當人體曝露在空氣污染中，可能會對健康造成了短期或長期的影響。在短時期內，曝露在高濃度空氣汙染物中對易過敏性患者影響甚重，而長期暴露於空氣污染之中，則可能會造成癌症及其他未知的影響。因此政府對空氣品質預算運用，對於空氣品質維護效果便具有相當重要性，且各項防污設備之維護，監測站之運作和其他維持空氣品質計畫實施亦需經費運作，但經費支出後各項空氣品質維護工作之效果對國人健康是否有改善幫助亦是本研究探討之重要環節。

四 損害函數法

損害函數法多用在環境遭受損害之方法，首先必須確認污染物之排放量，接著界定評估範圍，確認範圍內受污染影響之損害以便進行損害成本之評估。受污染所影響之損害成本有兩種，一為環境受到破壞之損害成本，一為改善環境品質所花費之防治成本。理論上這兩項成本花費與污染物之關係正好相反，污染物濃度上升受破壞之損害成本隨之增加為正相關，污染物濃度會減少是因為環境防治成本增加之效益為負相關。本研究以此一關係為基礎分析空氣污染數值之增減是否與呼吸道疾病花費成正相關，空氣品質保護預算之增減可否有效改善空氣品質。但是以空氣污染來說實際上空氣污染物移動性與擴散性較難以確認，且容易受風速、風向、都市分布情形和地形等因素使污染物擴散情形影響估計結果，且該年度防治預算是否立刻發揮效用和污染物是否立刻影響醫療費用亦增加不確定性。

第二節 研究目的

本研究以環保署空氣品質監測站所監測出不良日數比率、空氣品質年報和環境資料庫知污染物數值作為污染物資料，並結合環保署之環保歲出預算內空氣品質防治項目和全民健康保險門、住診醫療費用，以探討全台空氣污染、呼吸道疾病和空氣品質防治預算三者之間的關係。因此本研究主要目的為以下幾點：

- 一 分析空氣品質防治預算對空氣品質影響情形。
- 二 分析空氣品質對呼吸道疾病門、住診費用之影響情形。
- 三 分析空氣污染防治預算是否能有效改善呼吸道疾病門、住診費用之花費。

第二章 文獻探討

第一節 空氣污染對人體健康之影響

一 空氣品質對健康影響狀況

近年來由於經濟發展與人口的快速增加，台灣의空氣品質有趨於惡化的現象。空氣污染來源主要是來自於都市內的汽機車還有工程施工，汽機車排放之黑煙不但氣味難聞且挾帶許多有毒物質和懸浮微粒進入空氣中，而工程施工過程中，忽略防塵設施或防塵效果不佳，亦散發許多灰塵至空氣裡，因而造成空氣品質下降汙染濃度升高。以環保署1997年資料顯示，台灣空氣污染指標PSI(Pollutant Standards Index)在全年有62.92%處於「普通」程度，因此這樣的空氣品質對人體及環境產生不良影響(林俊昇、黃文琪，2003)。

工業都市區之居民較非工業都市區民眾容易出現呼吸道疾病症狀，會有這種情形主要都是因為工業都市區空氣污染較為嚴重(Wardlaw,1993)。高雄屬工業大鎮，其空氣污染亦相當嚴重。多項以高雄地區為例之研究指出，空氣污染對人體有確實之影響。例如屬於工業污染區之楠梓、前鎮、旗津區之學童罹患氣喘與呼吸道疾病之機率較其他非工業區高，肺功能也較非工業區差(張永源、吳偉銘，1990)。高雄區污染物對呼吸道疾病之急性支氣管炎、細支氣管炎和支氣管、肺氣腫及氣喘有相當影響力。如NO₂與PM₁₀對容易引起急性呼吸道疾病，特別是對20歲以下青少年具有影響；SO₂和NO₂對支氣管炎、肺氣腫和氣喘發生率具有影響(洪玉珠、李明燦，2001)。

高密度車輛及人口都市如台北，也是屬於高機率發生呼吸道疾病城市。一項以學童呼吸道疾病健康檢查計畫配合台北市交通流量研究顯示，學童處於高交通環境較處於郊區環境之

學童患有氣喘盛行率高(馬一中等，2002)。

另一項以研究國中學童呼吸道研究顯示，汽機車排放之氮氧化物和一氧化碳，對學童氣喘發生率有相當高影響，且每降低17.3ppb氮氧化物和326ppb一氧化碳，可降低男學童0.88%，女學童0.5%氣喘發生率。2001年全台約有195,300位患有氣喘學童，假若消除是外環境因素(空氣污染)大約可減少26,500個氣喘案例，室內環境因子則可減少16,500個案例，因此控制室內外空氣品質，對於減少呼吸道疾病會有改善(郭育良、李永凌，2004)。

Lave 和 Seskin 研究慢性支氣管炎與死亡率之關係，研究結果顯示因為空氣汙染引起慢性支氣管炎死亡人數百分比，當城市空氣污染情形改善至與農村空氣品質相同的水平，總體死亡率將會降低 50%(Lave and Seskin,1970)。

空氣污染除了上述對人體影響之外，對自然生態的破壞議不容小覷，加上森林的濫砍濫伐，導致聖嬰現象，造成氣候條件出現很大的改變，農作物產量也漸漸減少，這也說明了空氣品質的惡化對人類影響甚大，因此必須盡快改善空氣污染問題 (林俊昇、黃文琪，2005)。

台灣呼吸道疾病醫療耗損，在1997~1999年有平穩增加趨勢。在急性呼到到疾病門診合計金額，1997年平均323元，1998平均330元，1999年平均337元，在不同地區急性呼吸道疾病醫療耗用金額上，台北市、高雄市為前二名(張永源、陳招式，2002)。由此可知台灣空氣污染確實會增加呼吸道疾病醫療費用負擔。

二 污染物對健康影響

空氣中含有多項污染物，以下為過去學者研究環保署認定之五項主要汙染物(亦是本研究評估之汙染物)對人體健康之影響敘述。

(一)一氧化碳

一氧化碳的主要污染物主要由石化燃料的不完全燃料產生，由汽機車排放的廢氣，過量的一氧化碳會阻礙血液吸收氧的能力，降低人的思考能力，也會對嬰兒產生長期的影響(吳佩瑛，2005)。當懷孕婦女長期受到一氧化碳影響，容易出現早產和新生兒健康缺陷之情形(Maison et al.,2000)。像是出現唐氏症、唇裂、顎裂和尿道下裂等身體缺陷(郭育良、陳秉鈺，2004)。Ritz 等人在研究 California 新生兒受一氧化碳影響情形中發現，當母親在懷孕第二個月受到一氧化碳影響，新生兒容易出現心臟方面疾病(Ritz et al.,2002)。

(二)二氧化硫

平常空氣中二氧化硫濃度約為 0.002ppm，而正常人可以承受吸入含有 1ppm 以內二氧化硫之空氣(Koineng,1982)。Pierson 等人則在研究吸入含有不同濃度二氧化硫之空氣之氣喘病患，結果發現只要吸入含有 0.4 以上 ppm 之空氣便會使氣喘病患發病和呼吸困難，若在運動狀態，空氣中只要含有 0.25ppm 便會促使發病(Pierson et al.,1992)。

(三)二氧化氮

學者 Chitano 在研究空氣中氮氧化物對動物呼吸道之影響發現，當二氧化氮濃度高於一定水準，短期內便會造成動物肺水腫而死亡；而即使暴露於濃度較低之二氧化氮之中，仍然會造成呼吸急促和呼吸困難等現象(Chitani,1995)。Orehek 等人調查氣喘病患短期暴露在氧化物中發生支氣管病變之敏感性，結果發現 20 位病患有 13 位病患在二氧化氮濃度達 0.1ppm 時便引發氣喘過敏(Orehek et al.,1976)。

(四)臭氧

臭氧(O₃)則是由氣層的學反應所造成的，對人體容產生咳嗽、氣喘與肺功能損害。臭氧原本為空氣中之生成物，本身對於呼吸道疾病並無太大影響，但是臭氧卻對其他污染物有催化作用，尤其是和 SO₂ 同時作用後會影響氣管和造成肺功能障礙，且有研究指出當臭氧與過敏原同時存在時，氣喘病患吸入過敏原後反應性會增加(Molfino et al.,1991)。

(五)PM₁₀

台灣空氣污染源中最大污染物便是懸浮微粒。懸浮微粒是指直徑小於 10 微米以下的粒子。主要是由工業加工燃燒的廢氣、車輛排放的廢氣與露天的燃燒。PM 因為粒徑小，所以很容易進入人體肺部，若粒子還沾上其他污染物，對人體肺部影響更深。而 PM₁₀ 和二氧化硫更為工廠和高耗能產業所大量排放，尤其是台電、中油和中剛更是大量硫氧化物和 PM₁₀ 之源頭(吳佩瑛，2005)。在 1985 年到 1989 年，一項研究美國 Utah Valley 地區 PM₁₀ 濃度與每日死亡率之關係中發現，PM₁₀ 之濃度與死亡率卻實有正相關係(Pope et al.,1992)。PM₁₀ 在進入人體肺部之後常附著其他污染物如二氧化硫加深對呼吸道之損害。因此 PM₁₀ 之地區濃度高便容易增加氣喘發生率，而二氧化硫則會加深其效應(Timblin et al.,1998)。而研究亦指出在學童處於 PM₁₀ 濃度較高地區，發生氣喘、咳嗽和感冒之機會較其他地區高(Dockery et al.,1994；Yang et al.,1997；Dockery et al.,1993)。另外若暴露於 PM₁₀ 濃度較高之環境，人體活動機能便會降低，若持續暴露則會出現呼吸困難氣喘甚至罹患肺癌(Dokery et al.,1993)。

第二節 空氣品質防治政策

近年來由於意識到空氣污染嚴重性，政府為求改善空氣品質便在軟硬體設備上積極改進。並推動各項空氣品質管理辦法，如建立空氣品質監測站、推行固定污染源空氣污染防治

費審查管制計畫和各縣市空氣品質管理計畫等。而其經費來源以對排放污染者徵收污染費用。環保署於1995年開始徵收第一階空氣污染防治費，徵收對象係固定污染源(如工廠)與移動污染源(汽機車)，並成立空氣污染防治基金，用於空氣污染防治之用。1999年後開始「第二階段固定污染源空氣污染防制費徵收制度」，固定污染源改依硫氧化物(SO_x)、氮氧化物(NO_x)實際排放量徵收空氣污染防制費而所徵收60%由固定污染源當地政府改善空氣品質之用，剩餘40%則交由中央政府分配給各縣、市之空氣污染防制工作之用；而移動污染源方面，採隨油徵收方式徵收，徵收所得費用交由中央政府分配運用。另外，自87年度起，直轄市及縣(市)政府則開徵營建工程空氣污染防制費。政府徵收空氣污染防治費用主要目的是以對排放污染者徵收費用來受污染之空氣品質，如此作法雖不一定可完全消滅固定污染源與移動污染源所排放之污染，但確實已有效將污染降低(行政院環保署)。

現今政府財政並不寬裕，雖然因為法源之規定課徵空污費替各縣市環保局帶來許多經費，但是所課徵之空氣污染防治費是否全都有效運用於空氣污染防治上?有許多縣市將空污費挪移其他環保建設或環保經費，這樣一來就違反了空污費課徵之初衷，因此對於各縣市空污費之徵收運用情形有在檢討之必要(陳王琨，2003)。

第三節 空氣污染對經濟成本耗損

對於健康價值與經濟成本的評估方法學者大多採市場價格評估法進行經濟效益評估，損害函數法(damage function approach，DFA)、疾病成本法(cost of illness approach，COI)和趨避危險行為法(Averting Behavior Method，ABM)等皆屬市場價格評估方法，主要用於評估健康和經濟成本價值。這三種方法大都用於評估環境受到損害或趨避損害使財貨和花費醫療費、

防治成本等所造成之損害多寡(吳佩瑛、林雅芳, 2006)。以下為國內外對空氣污染所造成之健康與經濟耗損之研究。

一 國外研究

1973 年學者 Lave 和 Seskin 曾使用過損害函數法評估 1960 年至 1961 年 117 個都會區之總體、幼兒和相關疾病的死亡率。但結果卻無法證明空氣污染對這些都會區之死亡率有明顯影響(Lave and Seskin,1973)。這項研究雖然考慮到一些社會經濟變數,像人口密度和老年人口比例,但是卻缺乏飲食和抽菸習慣代表性受人懷疑。1979 年 Seskin 以疾病成本法評估華盛頓特區短期健康疾病受空氣污染之影響,結果顯示空氣污染對當地短期健康影響僅有輕微程度。Cropper 使用趨避行為法和損害函數法評估 1976 年 Michigan 當地勞工對降低 SO₂ 濃度願意之支付金額,結果顯示,以趨避行為法評估結果為,每年願意支付 7.2 美元降低 SO₂ 濃度 10%,損害函數法評估結果則是每年願意支付 3.6 美元減少 SO₂ 濃度 10% (Cropper,1981)。

Schwing 和 McDonaldh 曾研究 1968 年美國改善因汽機車排放污染物之空氣污染,對於健康效益之效果,研究結果顯示,1968 年空氣品質防治成果,恢復了總體健康效益 8.02 美元,其中所減少因死亡和治療之花費有 4.6 美元,恢復損失之所得有 2.42 美元(Schwing and McDonaldh,1976;張帆,1990)。

二 國內研究

國內之空氣污染對經濟成本損害研究多注重於污染物對健康損害成本和農作物損害成本之探討。1986 年林全和蔡妙珊對台中火力發電廠之環境評估,推估結果該環境之二氧化硫、二氧化氮和懸浮微粒對影響區域人體健康和農作物所造成之總損害成本總計約有 27 億到 49

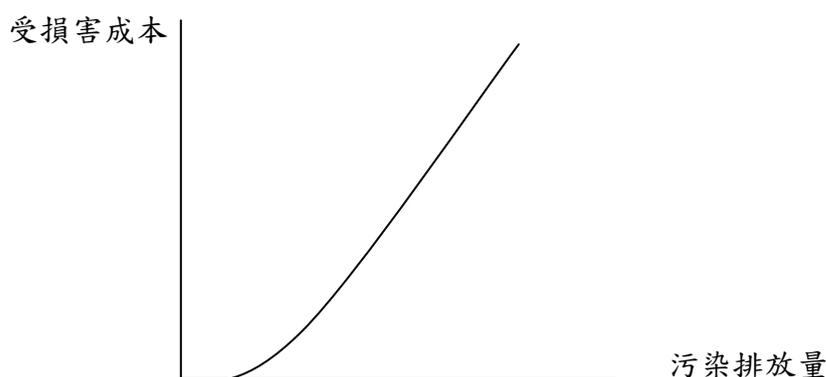
億。而後 1987 年葉新興等人以研究高雄台南都會區防治工廠排放之二氧化硫、二氧化氮和懸浮微粒之經濟損損害，該研究之受損成本為人體健康之生命價值、罹病成本、農作物耗損和家計清潔，其估算結果 74 年間因該三項污染物所損耗之健康與農作物成本約 337 億到 624 億(葉新興等，1987)。同年蕭代基和胡玉蕙以空氣污染反應函數和損害成本，評估 1986 年台北市學童因二氧化硫所影響之罹病成本，結果發現該區學童會每當增加 0,01ppm 二氧化硫便增加約 11 萬元罹病成本(蕭代基，胡玉蕙，1987)。1993 年康信鴻和張慧雯以損害函數法實證分析石化工業外部污染成本評估，結果發現硫氧化物之生命價值成本損失大於其他污染物所致之罹病成本，新建之五輕工廠亦較舊式之一輕和二輕污染物產量高(康信鴻、張慧雯，1993)。

第三章 研究方法

第一節 基礎損害函數法

損害函數法乃使用損害函數來表示空氣污染對人類健康所造成的損害。損害函數是一評估環境或人體受到損害程度的工具，可以透過調查或實驗取得之受損害之數據，而為了進一步得知環境受到污染，而使環境品質降低所造成損害之大小，用貨幣來衡量所受損害之大小，可以具體顯出環境受到損害的結果；而以貨幣值表示的損害，同時也可以解釋社會因為空氣污染所承受的成本。這一方法之基本概念為，當經濟活動進行時環境因故受到損害，就形成一損害函數關係，也表示損害函數是表示受損害之個體和損害活動之間一種關係(陳凱俐、吳佩瑛，2005)。

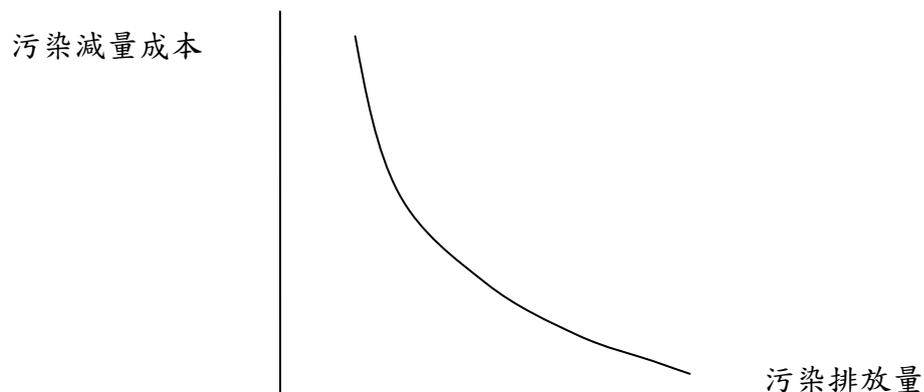
傳統以損害函數法求得社會成本最佳效益分析，社會成本受污染物之影響函數有兩種，第一種為污染物對環境之損害函數，理論上污染物排放量越高時環境受到損害之成本也越高因此會形成圖一中之環境損害成本函數。



圖一環境損害成本函數

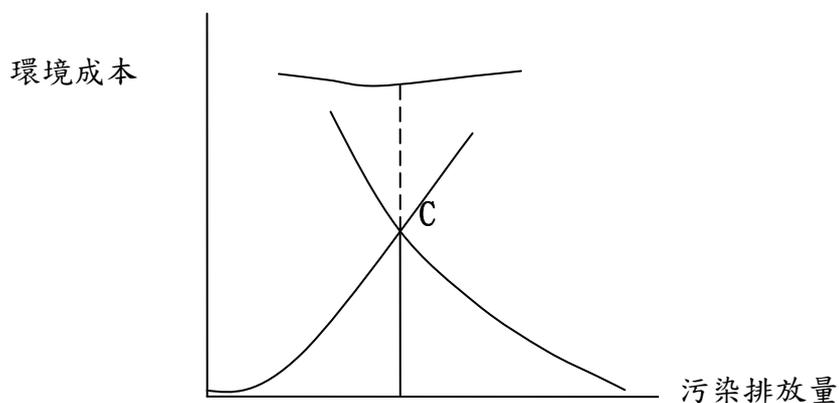
第二種為污染減量函數，為了使受到損害之環境恢復原有面貌便須付出污染減量之成本，當付出之污染減量成本越高污染物排放量便可有效降低即形成圖二中之污染減量成本函

數。



圖二 污染減量成本函數

以這兩種函數關係建構環境成本防治模型，圖三中之受損害成本函數和污染減量成本函數相交於 C 點，藉由 C 點便可找出環境減量成本最有效益之花費。此理論模型必須在受損害成本與污染減量成本比例相近之情況下方可估計。



圖三 污染防治模型

第二節 本研究建構之損害函數

本研究以此理論模型為基礎探討空氣品質對健康所造成之損害關係，以空氣品質變化造成人體受損害所花費醫療費用，政府為改善空氣品質而支出空氣品質防治費用做為社會成本

之花費。假設社會成本和空氣品質之間的關係為：

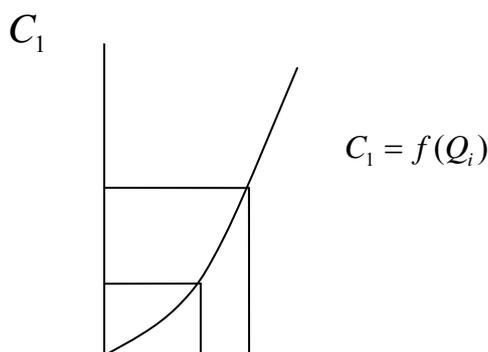
$$SC = C_1 + C_2$$

其中社會成本為 SC ，呼吸道疾病門、住診費用為 C_1 ，而空氣污染防治預算為 C_2 。而 C_1 和 C_2 之關係如下所述。

一、空氣污染與呼吸道疾病門、住診費用影響情形

如圖四中所述假設呼吸道疾病門、住診費用 C_1 受到空氣品質影響，當空氣中污染物指數的上升，呼吸道疾病門、住診費用便會增加；假設空氣污染指數 Q_i ，建立關係式為：

$$C_1 = f(Q_i) = a_0 + a_1 Q_i$$

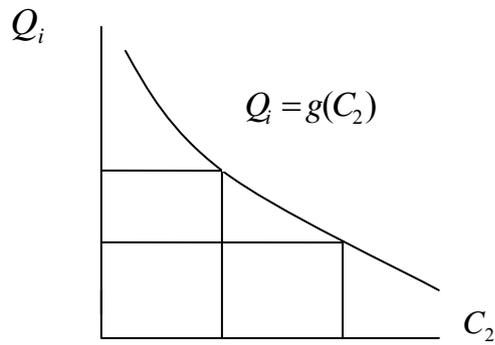


圖四 呼吸道疾病醫療費用受污染物影響模型

二 空氣品質防治預算對污染物指數影響情形

如圖五中所述，假設空氣污染指數 Q_i 受到空氣污染防治預算 C_2 之影響，空氣品質防治預算增加，因此降低空氣污染指數，根據此關係建立關係式：

$$Q_i = g(C_2) = b_0 - b_1 C_2$$

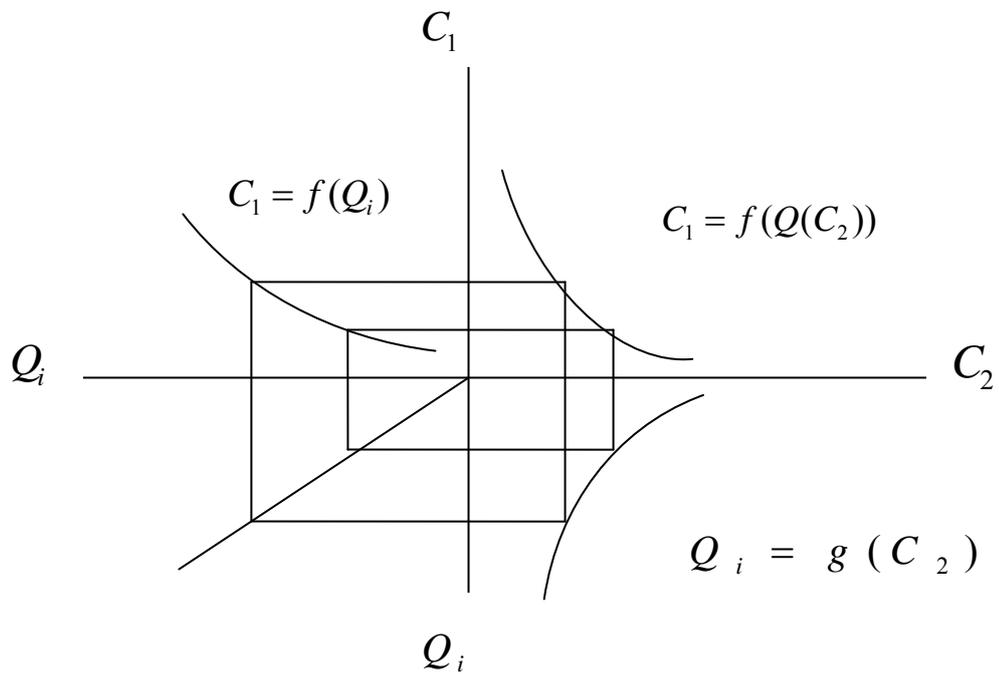


圖五 污染物受防治預算影響模型

三 空氣品質防治預算對呼吸道疾病門住診費用影響情形

因本研究中之空氣品質防治預算和呼吸疾病門、住診費用兩者比例差距太大，無法直接反應兩者之間的成本。因此本研究另外建立假設模型如圖六，假設當污染物濃度上升使呼吸道疾病門、住診費用增加，政府空氣品質保護預算增加而減少污染物濃度，如此空氣品質防治預算 C_2 增加應該能減少呼吸道疾病門、住診費用 C_1 ，根據這樣的假設本研究建立損害函數以了解空氣污染防治預算對呼吸道疾病門住診費用減少之效益：

$$\frac{\partial C_1}{\partial C_2} = \frac{\partial C_1}{\partial Q} \frac{\partial Q}{\partial C_2}$$



圖六 空氣品質防治預算對呼吸道疾病門、住診費用影響模型

本研究根據非市場財貨的價值衡量方法計算社會成本的損害，其估算步驟如下：

- 一、收集污染物排放量資料。但污染物排放量會隨時間而變化或是地域性移動，增加了問題的複雜性。
- 二、收集政府空氣污染防治預算金額。
- 三、收集呼吸道疾病門、住診費用。
- 四、經由統計迴歸並建立損害函數，進行台灣的空氣污染損害價值估算。
- 五、估算出防治預算之增加所減少呼吸道疾病門、住診費用比率。

第四章 資料來源

本研究主要方向為了解空氣品質對呼吸道疾病門、住診費用影響和空氣品質防治預算對空氣品質影響，最後求得政府空氣品質防治預算對改善呼吸道疾病門、住診費用之效果。首先收集污染物資料 PSI 不良日數比率、全台及各空品區污染物濃度值。污染物濃度值由資料來源不同分為環境資料庫污染物濃度測值和空氣品質年報內污染物濃度測值。接著收集呼吸道疾病門、住診費用金額，最後在整理政府空氣品質防治預算。

第一節 汙染濃度測值

一 PSI不良日數資料

首先以行政院環保署之PSI不良日數比率作為空氣品質變項分析三者之關係。臺灣地區空氣品質監測站網自1980年前衛生署環保局開始設立，到1987年總共設立了19個空氣品質監測站及一個監測中心。行政院環境保護署於1993年九月完成「台灣地區空氣品質監測站網設置計畫」，共設置66個空氣品質監測站、3輛移動性監測車、1個品質保證實驗室及監測中心等。監測的結果，每小時在環保署全球資訊網站更新(<http://www.epa.gov.tw>)，提供大眾查詢。

表3為1999到2006年全台各監測站與監測車測量之PSI監測日數統計。從表中可看出這八年各監測站、車所監測到的PSI值數於良好之情形不到各年總監測日數一半，而PSI在普通之情形雖然對正常人之影響不大，但對於本身以患有呼吸系統疾病或抵抗力較低之民眾卻足以造成發病或不舒服而就醫之狀況，所以本研究之第一步便是以PSI大於50監測數佔總監測數比例作為汙染指標進行相關分析。

表3. 1999年到2006年之PSI日數統計

時間(年)	測 定 日 數					
	總計	良好	普通	不良	非常不良	有害
		0~50	51~100	101~200	201~300	≥301
1999 年	25,687	11,991	12,492	1,203	1	-
2000 年	25,510	11,590	12,599	1,321	-	-
2001 年	25,408	10,890	13,686	832	-	-
2002 年	25,456	10,799	13,927	729	1	-
2003 年	24,488	10,455	13,418	615	-	-
2004 年	24,967	9,599	14,290	1,078	-	-
2005 年	25,207	10,016	14,142	1,047	2	-
2006 年	25,084	10,330	13,763	991	-	-

資料來源:行政院環保署環境資料庫

二 環境資料庫污染濃度測值

行政院環保署之環境資料庫可查詢台灣空氣、水、土壤與廢棄物等環境品質統計資料。

本研究以資料庫空氣品質1999年至2006年空氣污染濃度測值之一氧化碳、二氧化硫、二氧化氮、臭氧與PM₁₀五項污染物測值進行相關統計。

在環境資料庫為污染物來源中，這八年來一氧化碳、二氧化硫、二氧化氮、臭氧和PM₁₀

平均濃度分別為0.63(ppm)、0.004(ppm)、0.02(ppm)、0.06(ppm)和58.88(ug/m^3)。五項污染物八年平均值除了PM₁₀超過環保署訂定良好之標準50 (ug/m^3)其餘皆小於環保署訂定之良好值內，臭氧雖然接近普通標準的0.06ppm，但是環境資料庫中臭氧濃度計算是以每日每小時最高值平均因此會有偏高現象。

空品區之污染物濃度變化，八年來各空品區之污染物平均濃度除了PM₁₀和臭氧外大多維持在良好標準。PM₁₀濃度在中部、雲嘉南和高屏空品區分別以平均濃度65.93(ug/m^3)、71.85(ug/m^3)和73.07(ug/m^3)超出環保署訂定良好之標準50 (ug/m^3)。北部和竹苗空品區PM₁₀之平均濃度分別為49.04(ug/m^3)和48.57(ug/m^3)，雖然在標準內但亦偏高。花東和宜蘭空品區PM₁₀平均濃度為33.82(ug/m^3)和38.79(ug/m^3)則相對較低。臭氧濃度值中部、雲嘉南和高屏分別為0.061(ppm)、0.067(ppm)和0.068(ppm)高出環保署訂定良好之標準0.06 (ppm)。北部、竹苗、花東和宜蘭空品區則平均為0.052(ppm)、0.054(ppm)、0.037(ppm)和0.044(ppm)在標準以內。

三 空氣品質年報污染濃度測值

空氣品質監測年報，以分析環保署各空氣品質監測站網之監測資料，且與歷年監測結果比較，利於民眾瞭解生活周遭空氣品質變化或學界參考之用。統計之污染測值再經由嚴格品管驗證後進行分析。其統計分析之污染測值與環境資料庫測值除一氧化碳與PM₁₀為同單位外，其餘污染濃度測值單位皆不同，雖然監測數據來源皆為相同測站。因此將兩項不同資料來源進行統計分析比較。

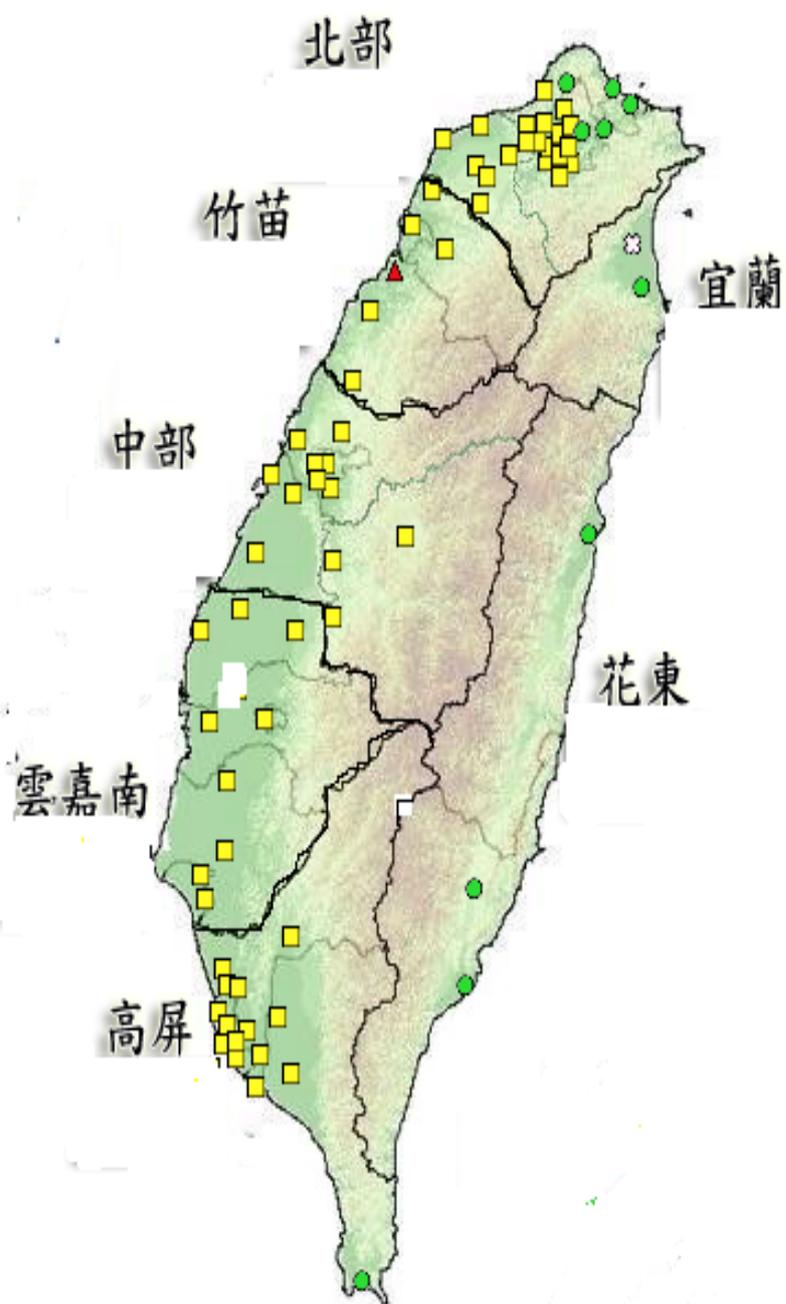
在空氣品質年報為污染物來源資料中，八年來一氧化碳、二氧化硫、二氧化氮、臭氧和PM₁₀平均濃度分別為0.66(ppm)、4.5(ppb)、20.63(ppb)、26.75(ppb)和59(ug/m^3)。和環境資料

庫污染物資料一樣是PM₁₀超出環保署訂定良好之標準50 (ug/m³)，不同的是臭氧濃度空氣品質年報為全年濃度平均，因此較環境資料庫以每日每小時最高值之平均低了許多。

空氣品質年報中空品區之污染物濃度變化，八年來各空品區之污染物平均濃度除了PM₁₀外大多維持在良好標準。PM₁₀濃度在中部、雲嘉南和高屏空品區分別以平均濃度64.71(ug/m³)、70.89(ug/m³)和73.88 (ug/m³)超出環保署訂定良好之標準50 (ug/m³)。北部和竹苗空品區PM₁₀之平均濃度分別為48.60(ug/m³)和48.77(ug/m³)，雖然在標準內但亦偏高。花東和宜蘭空品區PM₁₀平均濃度為33.77(ug/m³)和38.73(ug/m³)則相對偏低。

四 空品區劃分

由於台灣各地區發展之型態不同，因此空氣中污染物特性和濃度也有相當之差異性，另外受到地形、氣候、風向和污染物擴散傳輸效率等情形不同，造成空氣中所能承受之污染量(涵容量)亦有所不同，基於上述原因，環保單位將我國各縣市以空氣品質區為單位，進行空氣污染之管理與總量管制。空品區共分為北部(台北市、基隆市、台北縣、桃園縣)、竹苗(新竹市、新竹縣、苗栗縣)、中部(台中市、台中縣、彰化縣、南投縣)、雲嘉南(雲林縣、嘉義市、嘉義縣、台南市、台南縣)、高屏(高雄市、高雄縣、屏東縣)、花東(花蓮縣、台東縣)和宜蘭(宜蘭縣)。圖為台灣劃分七個空品區之地域圖(空氣品質監測年報，2006)。



圖七 台灣空品區劃分圖(資料來源:空氣品質監測網)

第二節 呼吸道疾病的門、住診費用

全民健康保險自民國八十四開辦至今已有一十三年，從一開始收到爭議和批評漸漸的被民眾所接受，並且參加全民健保的納保率已由八十四年的92.34%，上升至八十九年的96.16%(行政院衛生署)。全民健保資料庫，統計並紀錄國人各項醫療資料，若能適當運用，應對社會有

所貢獻。中央健康保險局受學界之請託，在保障民眾個人隱私和醫療資料之前提下，由國家衛生研究院建立全民健康保險資料庫，提供給學術單位和學者專家，進行各項相關研(全民健保學術資料庫)。

本研究以行政院衛生署統計資料網，搜尋1999年到2006年的全民「健康保險醫療統計年報」，並以門、住診合計(包括急診)的醫療費用統計，從中整理出全台與各縣市呼吸系統疾病的費用，並將各縣市呼吸道疾病門、住診費用依空品區加總。

表 4 為 1999 年到 2006 年全台總門、住診和呼吸道疾病門、住診統計。在 1999 到 2006 年呼吸道疾病之門住診費用佔總費用分別為 17.82%、16.94%、16.53%、16.7%、16.32%、14.25%、16.19%和 14.38%，所佔比率相當高。

表 5 為 1999 年到 2006 年各空品區呼吸道疾病門、住費用。這八年各空品區之平均呼吸道疾病醫療費佔各空品區平均總門、住診費用比例為北部 17.11%、竹苗 21.54%、中部 19.20%、雲嘉南 18.17%、高屏 18.23%、花東 16.17%和宜蘭 17.69%。與全台呼吸道門住診費用佔總門、住診費用比率相近。民眾在呼吸道疾病有如此高的花費，其中有多少是受到空氣污染之影響亦是本研究重點。

表 4 1999 年到 2006 年全台門、住診合計(包括急診)醫療費用統計(單位:仟元)

年度	總計	呼吸系統疾病
1999 年	308,226,286	54,944,028
2000 年	303,391,872	51,417,473
2001 年	319,941,341	52,883,271
2002 年	237,990,997	39,747,617

2003 年	365,536,320	59,650,400
2004 年	275,543,459	39,266,952
2005 年	424,374,984	68,720,289
2006 年	427,077,432	61,413,422

資料來源:衛生署衛生統計資訊網

表5 1999年到2006年各空品區呼吸道疾病門、住診費用(單位:仟元)

年度	北部	竹苗	中部	雲嘉南	高屏	花東	宜蘭
1999年	14,490,196	2,178,209	8,359,277	6,101,288	7,065,079	861,709	744,742
2000年	13,981,376	2,136,047	8,311,995	5,606,188	6,432,315	794,940	691,006
2001年	13,536,555	2,012,545	7,725,461	5,339,728	6,155,938	798,466	650,551
2002年	12,933,001	1,902,739	7,744,222	5,211,808	6,051,556	780,164	665,623
2003年	12,090,469	1,847,809	7,599,363	4,956,849	5,721,209	706,900	632,711
2004年	12,666,072	1,911,150	7,753,111	5,111,938	6,030,971	719,627	606,356
2005年	12,779,646	1,858,412	7,552,788	5,018,548	5,825,724	750,704	606,670
2006年	11,463,064	1,604,312	6,620,623	4,314,288	4,830,221	641,106	528,283

資料來源:衛生署衛生統計資訊網

第三節 政府空氣污染防治預算

本研究是以行政院環保署統計資料庫，公務統計報表的查詢功能，搜尋1999年到2006年各年度的各級環保單位歲出預算統計，整理出全台與各縣市空氣品質防治歲出預算，並將各縣市空氣品質防治預算依各空品區加總做為數據資料（環保署統計資料庫）。

政府在環境保護除了空氣品質還有許多項目需要支出預算金，例如水質保護、廢棄物處理和環境監測設備等。空氣品質保護所分配之預算金額在總預算金中僅是小部份，表6為全台空氣品質保護預算和環保總預算，八年來總預算平均約有506億，分配到空氣品質保護預算項目平均只有3.2億幾乎不到1%。表7為各空品區空氣品質保護預算，其中宜蘭空品區可能因空氣品質優良且空品區僅宜蘭縣一縣，因此有當年度空氣品質保護預算為零之情形出現。

表6. 1999年到2006年環保單位歲出預算的總額和空氣污染防治的歲出預算金(單位:千元)

年度	總計	空氣品質保護
1999年	54,064,459	543,596
2000年	79,182,449	565,829
2001年	46,894,616	241,670
2002年	43,428,720	264,837
2003年	45,406,142	353,960
2004年	44,571,107	219,033
2005年	46,114,713	203,249
2006年	45,382,534	193,488

表7 各空品區空氣品質保護的歲出預算金(單位:千元)

年度	北部	竹苗	中部	雲嘉南	高屏	花東	宜蘭
1999年	83,902	5,207	154,470	107,136	31,042	28,922	6730
2000年	270,730	3,078	46,816	10,654	10,150	84,499	4199
2001年	31,520	1,565	21,745	5,530	2,087	113,654	0
2002年	15,370	1,266	32,000	9,697	46,948	88,258	2500
2003年	151,823	1,148	40,015	3,358	3,373	94,482	0
2004年	13,932	1,400	39,851	2,386	1,761	95,690	0
2005年	11,737	905	12,598	2,159	1,253	71,364	1988
2006年	10,423	905	15,235	1,898	3,272	81,140	1000

資料來源:環保署統計資料庫

第五章 分析結果

第一節 全台空氣品質不良日數比率、呼吸道疾病門、住診費用和空氣品質防治預算三者之關係

一 空氣汙染指數 PSI 不良日數比率對呼吸道疾病門、住診費用的迴歸結果：

本研究先以全台 PSI 不良日數比率分析台灣 PSI 不良日數對醫療費用之影響情形與空氣品質保護預算對 PSI 不良日數影響情形，最後得出空氣品質保護預算是否能減少呼吸道疾病門、住診費用。

根據迴歸統計結果 $R^2=0.06$ ，PSI 不良比率對呼吸道疾病門、住診費用影響力，僅有 6% 的解釋能力； p 值 >0.05 ，亦即 PSI 不良日數比率對於呼吸道疾病門、住診費用並無顯著關係。而迴歸係數為 1.03×10^8 ，即 PSI 不良日數比率上升 1 單位，呼吸道疾病門、住診費用將增加 1.03×10^8 單位。

二 政府空氣品質保護預算對 PSI 不良日數比率的迴歸結果

根據迴歸統計結果顯示， $R^2=0.76$ ，政府空氣品質預算對環境汙染指數的影響力有 76%， p 值 <0.05 顯示政府投入空氣汙染防治預算對於空氣汙染的指數有顯著的影響。迴歸係數為 -1.6×10^{-7} ，即每提高一單位的政府空氣品質保護預算，PSI >50 的日數比率會下降 1.6×10^{-7} 。

三 由函數計算政府空氣品質保護預算對呼吸道疾病醫療費用之影響

根據 PSI 不良日數比率對呼吸道疾病門、住診費用和空氣品質防治預算對 PSI 不良日數比率分析結果可知，政府空氣品質保護預算增加，造成 PSI 不良日數比例降低，進而減少呼吸道疾病醫療費用支出，根據本研究建立之損害函數：

$$C_1 = f(Q(C_2))$$

$$\frac{\partial C_1}{\partial C_2} = \frac{\partial C_1}{\partial Q} \frac{\partial Q}{\partial C_2}$$

$$= (1.03 \times 10^8)(-1.6 \times 10^{-7})$$

$$= -1.648 \times 10$$

$$= -16.48$$

由此可知政府每支出一單位的空氣品質保護預算，可減少 16.48 單位的呼吸道疾病門、住診費用。

第二節 以全台一氧化碳、二氧化硫、二氧化碳、臭氧和 PM10 染物濃度為污染測值分析結果

經由 PSI 不良日數比率迴歸結果得知全台空氣品質、呼吸道疾病醫療費用和空氣品質保護預算三者關係，本研究進一步分析五項重要污染物濃度與呼吸道疾病醫療費用、空氣品質保護預算之間的影響。並以空氣品質年報與環境資料庫兩方不同資料來源比較有無不同。

一 五項污染物濃度對呼吸道疾病門、住診費用的迴歸結果：

(一)以環境資料庫為汙染物資料來源

根據迴歸結果(表 8)，一氧化碳、二氧化硫、二氧化氮、臭氧和 PM10 濃度對呼吸到疾病門、住診費用影響力 R^2 分別為 0.02、0.13、0.09、0.07 和 0.08，此結果顯示該五項汙染物之濃度對呼吸道疾病醫療費用影響力分別僅有 2%、13%、9%、7%、8%。五項汙染物濃度之 p 值，皆 >0.05 不顯著。而迴歸係數結果，呼吸道疾病門、住診費用會因二氧化硫與 PM10 濃度上升 1 單位而增加 5.26×10^9 和 9×10^5 單位呼吸道疾病門、住診費用。

表 8 環境資料庫五項污染物濃度對呼吸道疾病門、住診費用的迴歸結果

污染物	迴歸係數	R ²	p 值
一氧化碳	-1.5×10 ⁷	0.02	0.32
二氧化硫	5.26×10 ⁹	0.13	0.38
二氧化氮	-1.63×10 ⁹	0.09	0.48
臭氧	-9.86×10 ⁸	0.07	0.52
PM ₁₀	9×10 ⁵	0.08	0.51

(二)以空氣品質年報為資料來源

根據迴歸結果(表 9)，一氧化碳、二氧化硫、二氧化氮、臭氧和 PM₁₀ 對呼吸道疾病門、住診費用影響力，R² 分別為 0.09、0.54、0.13、0.07、0.04，此結果顯示該五項污染物之濃度對呼吸道疾病醫療費用影響力分別僅有 9%、54%、13%、7%、4%。五項污染物濃度之 p 值，僅二氧化硫為顯著，其餘皆>0.05 即不顯著。而迴歸係數結果顯示，呼吸道疾病門、住診費用會因二氧化硫和 PM₁₀ 濃度上升 1 單位而增加 10⁷ 和 6×10⁵ 單位。

表 9 空氣品質年報五項污染物濃度對呼吸道疾病門、住診費用的迴歸結果

污染物	迴歸係數	R ²	p 值
一氧化碳	-4×10 ⁷	0.09	0.48
二氧化硫	10 ⁷	0.54	0.04
二氧化氮	-3×10 ⁶	0.13	0.38
臭氧	-9×10 ⁵	0.07	0.70
PM ₁₀	6×10 ⁵	0.04	0.64

二 空氣品質防治預算對五項污染物的迴歸結果

(一)以環境資料庫為污染物資料來源

根據迴歸結果(表 10)，空氣品質防治預算對一氧化碳、二氧化硫、二氧化氮、臭氧和 PM₁₀ 影響力 R² 分別為 0.53、0.01、0.66、0.59、0.01，此結果顯示這五項污染物之濃度受到政府空氣品質保護預算之影響分別為 53%、1%、66%、59%、1%。結果顯示政府之空氣污染防治預

算對一氧化碳、二氧化氮、臭氧有較高的解釋力。五項污染物濃度迴歸之 p 值顯示，一氧化碳、二氧化氮與臭氧結果為顯著($p < 0.05$)。而迴歸係數結果，二氧化硫、臭氧和 PM₁₀ 這三樣污染物會因政府支出 1 單位空氣污染防治預算而減少 3.74×10^{-10} 、 1.42×10^{-8} 和 1.99×10^{-6} 單位之污染濃度。

表 10 空氣品質防治預算對環境資料庫五項污染物的迴歸結果

污染物	迴歸係數	R ²	p 值
一氧化碳	4.23×10^{-7}	0.53	0.04
二氧化硫	-3.74×10^{-10}	0.01	0.85
二氧化氮	9.92×10^{-9}	0.66	0.01
臭氧	-1.42×10^{-8}	0.59	0.03
PM ₁₀	-1.99×10^{-6}	0.01	0.82

(二)以空氣品質年報為污染物濃度資料

根據迴歸結果(表 11)，空氣品質防治預算對一氧化碳、二氧化硫、二氧化氮、臭氧和 PM₁₀ 影響力 R² 分別為 0.53、0.03、0.35、0.51 和 0.07，此結果顯示這五項污染物之濃度受到政府空氣品質保護預算之影響分別為 53%、3%、35%、51%、7%。結果顯示政府之空氣污染防治預算對一氧化碳和臭氧有較高的解釋力。五項污染物濃度 p 值顯示，一氧化碳結果為顯著($p < 0.05$)。而迴歸係數結果，二氧化硫、臭氧和 PM₁₀ 這三樣污染物會因政府支出 1 單位空氣污染防治預算而減少 9.3×10^{-7} 、 8.61×10^{-6} 和 5.2×10^{-6} 單位之污染濃度。

表 11 空氣品質防治預算對空氣品質年報五項污染物的迴歸結果

污染物	迴歸係數	R ²	p 值
一氧化碳	3.65×10^{-7}	0.53	0.04
二氧化硫	-9.3×10^{-7}	0.03	0.66
二氧化氮	5.52×10^{-6}	0.35	0.12
臭氧	-8.61×10^{-6}	0.51	0.05
PM ₁₀	-5.2×10^{-6}	0.07	0.54

三 污染物因空氣品質防治預算增加而濃度變化情形，對呼吸道疾病門、住診費用影響。

以環境資料庫和空氣品質年報為污染物資料來源，分析結果都顯示二氧化硫和 PM₁₀ 之迴歸係數與假設符合。這兩項污染物濃度上升會造成呼吸道疾病門、住診費用增加，而政府空氣品質防治預算支出增加亦降低這兩項污染物濃度。

(一)以環境資料庫為污染物資料來源

根據一、二計算環境資料庫污染物濃度受空氣品質防治預算增加變化情形及對呼吸道疾病門、住診費用影響結果(表 12)，政府支出 1 單位空氣品質防治預算可減少因二氧化硫所影響 1.967 單位之呼吸道疾病門、住診費用，支出 1 單位空氣品質防治預算可減少因 PM₁₀ 所影響 1.791 單位之呼吸道疾病門、住診費用。

表 12 環境資料庫污染物濃度受空氣品質防治預算增加變化情形，對呼吸道疾病門、住診費用影響

污染物	$\frac{\partial C_1}{\partial Q_i}$	$\frac{\partial Q_i}{\partial C_2}$	$\frac{\partial C_1}{\partial C_2}$
一氧化碳	-1.5×10^7	4.23×10^{-7}	-6.345
二氧化硫	5.26×10^9	-3.74×10^{-10}	-1.967
二氧化氮	-1.63×10^9	9.92×10^{-9}	-16.170
臭氧	-9.86×10^8	-1.42×10^{-8}	14.001
PM ₁₀	9×10^5	-1.99×10^{-6}	-1.791

(二)以空氣品質年報為污染物資料來源

根據一、二空氣品質年報污染物濃度受空氣品質防治預算增加變化情形，對呼吸道疾病門、住診費用影響(表 13)，政府支出 1 單位空氣品質防治預算，可減少因二氧化硫所影響之呼吸道疾病門、住診費用 9.3 單位，支出 1 單位空氣品質防治預算，可減少因 PM₁₀ 所影響之呼吸道疾病門、住診費用 3.12 單位。

表 13 空氣品質年報污染物濃度受空氣品質防治預算增加變化情形，對呼吸道疾病門、住診費用影響

污染物	$\frac{\partial C_1}{\partial Q_i}$	$\frac{\partial Q_i}{\partial C_2}$	$\frac{\partial C_1}{\partial C_2}$
一氧化碳	-4×10^7	3.65×10^{-7}	14.6
二氧化硫	10^7	-9.3×10^{-7}	-9.3
二氧化氮	-3×10^6	5.52×10^{-6}	-16.56
臭氧	-9×10^5	-8.61×10^{-6}	12.78
PM ₁₀	6×10^5	-5.2×10^{-6}	-3.12

第三節 以全台各空品區污染物質分析結果

分析過全台空氣污染濃度對呼吸道門、住診費用影響和政府空氣品質防治預算對污染物質的改善狀況後，本研究進一步將全台劃分為七個空品區進行相關分析。

一 以環境資料庫為汙染物資料來源

以環境資料庫各空品區污染物濃度測值、各空品區呼吸道疾病門、住診費用和政府空氣品質防治預算進行分析之結果(表14)中，各空品區 $\frac{\partial C_1}{\partial Q_i}$ 所對應之汙染物項目，迴歸係數為正值之汙染物項目即表示該地區會因該項汙染物濃度上升而增加呼吸道疾病門、住診費用，而迴歸係數為負值之汙染物項目，則可能因為該地區之汙染物濃度並未對該地區呼吸疾病造成明顯影響。

表14中 $\frac{\partial Q_i}{\partial C_2}$ 所對應之汙染物，其迴歸係數為負值之項目，表示該空品區增加空氣品質防治預算，確實可減少該項汙染物濃度，所對應之汙染物迴歸係數為正值之項目，則可能政府所投入之空氣品質防治預算對該地區汙染物並無明顯效果。

在表14 $\frac{\partial C_1}{\partial C_2}$ 所對應之地區汙染物項目為負值，且 $\frac{\partial C_1}{\partial Q_i}$ 為正值、 $\frac{\partial Q_i}{\partial C_2}$ 為負值，即表示當該地

區政府空氣品質防治預算增加，可有效的減少由該地區污染物所影響之呼吸道疾病門、住診費用。結果顯示，北部空氣品質防治預算增加可有效減低PM₁₀所影響之呼吸道疾病門、住診費用，高屏地區空氣品質防治預算增加可有效減少二氧化硫與PM₁₀所影響之呼吸道疾病門、住診費用，宜蘭地區增加空氣品質防治預算可有效減少二氧化硫與PM₁₀所影響之呼吸道疾病門、住診費用

表 14 全台各空品區環境資料庫污染物質分析結果

北部				
污染物	$\frac{\alpha_1}{\alpha_i}$	$\frac{\partial Q_i}{\partial C_2}$	$\frac{\alpha_1}{\alpha_2}$	是否符合預期結果
一氧化碳	1.2×10^7	4.29×10^{-7}	5.15	否
二氧化硫	-2.34×10^8	-3.16×10^{-9}	0.75	否
二氧化氮	6.55×10^8	2.31×10^{-9}	1.51	否
臭氧	-3.54×10^8	-9.45×10^{-9}	3.35	否
PM ₁₀	2710.45	-3.78×10^{-6}	-1.02×10^{-2}	是
竹苗				
污染物	$\frac{\alpha_1}{\alpha_i}$	$\frac{\partial Q_i}{\partial C_2}$	$\frac{\alpha_1}{\alpha_2}$	
一氧化碳	3×10^6	2.59×10^{-5}	77.7	否
二氧化硫	-6.3×10^7	7.93×10^{-8}	-4.99	否
二氧化氮	9.2×10^7	1.01×10^{-6}	92.92	否
臭氧	-5.7×10^7	-1.36×10^{-6}	77.52	否
PM ₁₀	-15534	0.01	-155.34	否
中部				
污染物	$\frac{\alpha_1}{\alpha_i}$	$\frac{\partial Q_i}{\partial C_2}$	$\frac{\alpha_1}{\alpha_2}$	
一氧化碳	5×10^6	3.13×10^{-7}	1.57	否
二氧化硫	-6.46×10^8	-1.95×10^{-9}	1.26	否
二氧化氮	1.93×10^8	2.12×10^{-8}	4.09	否
臭氧	-7.9×10^7	-6.13×10^{-8}	4.84	否

PM ₁₀	96302.36	2.4×10^{-5}	2.31	否
雲嘉南				
污染物	$\frac{\alpha_1}{\alpha Q_i}$	$\frac{\partial Q_i}{\partial C_2}$	$\frac{\alpha_1}{\alpha C_2}$	
一氧化碳	7×10^6	6.08×10^{-7}	4.26	否
二氧化硫	9.4×10^7	6.51×10^{-9}	0.61	否
二氧化氮	2.76×10^8	2.35×10^{-8}	6.49	否
臭氧	-8.5×10^7	-8.13×10^{-8}	6.91	否
PM ₁₀	-19329.36	-7.06×10^{-6}	0.14	否
高屏				
污染物	$\frac{\alpha_1}{\alpha Q_i}$	$\frac{\partial Q_i}{\partial C_2}$	$\frac{\alpha_1}{\alpha C_2}$	
一氧化碳	216.41	2.01×10^{-6}	0.01	否
二氧化硫	1.4×10^8	-7.01×10^{-9}	-9.81×10^{-1}	是
二氧化氮	2.58×10^8	1.37×10^{-8}	3.53	否
臭氧	2.9×10^7	5.33×10^{-8}	1.55	否
PM ₁₀	46657.76	-0.01	-466.58	是
花東				
污染物	$\frac{\alpha_1}{\alpha Q_i}$	$\frac{\partial Q_i}{\partial C_2}$	$\frac{\alpha_1}{\alpha C_2}$	
一氧化碳	9×10^5	4.62×10^{-7}	0.42	否
二氧化硫	-6.2×10^7	-2.61×10^{-9}	0.16	否
二氧化氮	7.1×10^7	4.17×10^{-9}	0.30	否
臭氧	-2.5×10^7	3.71×10^{-8}	-0.93	否
PM ₁₀	-4580.56	-1.1×10^{-5}	0.05	否
宜蘭				
污染物	$\frac{\alpha_1}{\alpha Q_i}$	$\frac{\partial Q_i}{\partial C_2}$	$\frac{\alpha_1}{\alpha C_2}$	
一氧化碳	2×10^6	-4.08×10^{-7}	-0.82	是
二氧化硫	-4.8×10^7	2.31×10^{-8}	-1.11	否
二氧化氮	7.6×10^7	2.45×10^{-7}	18.62	否
臭氧	-1.4×10^7	-4.22×10^{-7}	5.91	否
PM ₁₀	-17515.61	-0.01	175.16	否

二 以空氣品質年報為污染物資料來源

以空氣品質年報為污染物進行相關分析之結果(表15)，因污染物單位和計算方式不同，因此迴歸係數有所差異。但是大致上各空品區因受到某污染物濃度上升而增加呼吸道疾病

門、住診費用($\frac{\partial C_1}{\partial Q_i}$ 為正值)之情形大致與環境資料庫污染物濃度分析結果相同。僅少數地區污染物(北部之PM10、竹苗之二氧化硫、高屏之臭氧和宜蘭之二氧化氮)分析結果與環境資料庫污染濃度測值所分析結果相反。

當各個空品區之空氣品質防治預算增加時，該地區污染物濃度因而減少之情形($\frac{\partial Q_i}{\partial C_2}$ 為負值)亦大致與環境資料庫污染物濃度分析結果相同。僅少數地區污染物(竹苗之二氧化硫、高屏之臭氧、花東之二氧化硫和二氧化氮)與環境資料庫污染物資料分析結果相反。

在表15中 $\frac{\partial C_1}{\partial C_2}$ 所對應之地區污染物迴歸係數為負值項目，且 $\frac{\partial C_1}{\partial Q_i}$ 為正值、 $\frac{\partial Q_i}{\partial C_2}$ 為負值，即

表示當該地區政府空氣品質防治費用增加，可有效的減少由該地區污染物所影響之呼吸道疾病門、住診費用。結果顯示，高屏地區空氣品質防治預算增加可有效減少二氧化硫與PM10所影響之呼吸道疾病門、住診費用，花東地區空氣品質防治預算增加可有效減少二氧化氮所影響之呼吸道疾病門、住診費用，宜蘭地區增加空氣品質防治預算可有效減少一氧化碳影響之呼吸道疾病門、住診費用。

分析結果與環境資料庫為污染物資料來源分析結果相比，各地區空氣品質防治預算增加對污染物所影響之呼吸道疾病門、住診費用情形大致相同，僅少數地區污染物分析結果相反(北部PM10、花東地區二氧化氮、宜蘭地區之一氧化碳、二氧化硫和PM10)。

表 15 全台各空品區空氣品質年報污染物質分析結果

北部				
污染物	$\frac{\partial c_1}{\partial Q_i}$	$\frac{\partial Q_i}{\partial c_2}$	$\frac{\partial c_1}{\partial c_2}$	是否符合預期結果
一氧化碳	3×10^6	6.11×10^{-7}	1.83	否
二氧化硫	-2×10^5	-3.5×10^{-6}	0.7	否
二氧化氮	7×10^5	8.7×10^{-7}	0.61	否
臭氧	-5×10^5	-7.39×10^{-6}	3.7	否
PM ₁₀	-1×10^5	-1.5×10^{-5}	1.5	否
竹苗				
污染物	$\frac{\partial c_1}{\partial Q_i}$	$\frac{\partial Q_i}{\partial c_2}$	$\frac{\partial c_1}{\partial c_2}$	
一氧化碳	4×10^6	2.46×10^{-5}	98.4	否
二氧化硫	-3×10^5	-8.8×10^{-5}	26.4	否
二氧化氮	92269	0.001	92.27	否
臭氧	-74630	-0.01	746.3	否
PM ₁₀	-15887	9.13×10^{-5}	-1.45	否
中部				
污染物	$\frac{\partial c_1}{\partial Q_i}$	$\frac{\partial Q_i}{\partial c_2}$	$\frac{\partial c_1}{\partial c_2}$	
一氧化碳	6×10^6	4.71×10^{-7}	2.83	否
二氧化硫	-5×10^5	-4.02×10^{-6}	2.01	否
二氧化氮	2×10^5	2.19×10^{-5}	4.38	否
臭氧	-2×10^5	-4.34×10^{-5}	8.68	否
PM ₁₀	10^5	2.34×10^{-5}	2.34	否
雲嘉南				
污染物	$\frac{\partial c_1}{\partial Q_i}$	$\frac{\partial Q_i}{\partial c_2}$	$\frac{\partial c_1}{\partial c_2}$	
一氧化碳	7×10^6	4.45×10^{-7}	3.12	否
二氧化硫	36811	1.47×10^{-6}	0.05	否
二氧化氮	3×10^5	2.21×10^{-5}	6.63	否
臭氧	-2×10^5	-4.49×10^{-5}	8.98	否
PM ₁₀	-21508	-9.55×10^{-6}	0.21	否

高屏				
污染物	$\frac{\partial c_1}{\partial Q_i}$	$\frac{\partial Q_i}{\partial c_2}$	$\frac{\partial c_1}{\partial c_2}$	
一氧化碳	6×10^6	2.39×10^{-6}	14.34	否
二氧化硫	2×10^5	-4.94×10^{-7}	-0.098	是
二氧化氮	2×10^5	1.12×10^{-5}	2.24	否
臭氧	-2×10^5	-1.82×10^{-5}	3.64	否
PM ₁₀	39590	-10^{-4}	-3.96	是
花東				
污染物	$\frac{\partial c_1}{\partial Q_i}$	$\frac{\partial Q_i}{\partial c_2}$	$\frac{\partial c_1}{\partial c_2}$	
一氧化碳	9×10^5	4.63×10^{-7}	0.42	否
二氧化硫	-59072.53	8.45×10^{-6}	-0.49	否
二氧化氮	74347.77	-1.18×10^{-6}	-0.087	是
臭氧	-32079.65	1.56×10^{-5}	-0.5	否
PM ₁₀	-4618.66	-7.55×10^{-6}	0.03	否
宜蘭				
污染物	$\frac{\partial c_1}{\partial Q_i}$	$\frac{\partial Q_i}{\partial c_2}$	$\frac{\partial c_1}{\partial c_2}$	
一氧化碳	2×10^6	-4.08×10^{-7}	-0.82	是
二氧化硫	-44917.79	3.49×10^{-5}	-1.57	否
二氧化氮	63101.22	0.01	631.01	否
臭氧	-24636.48	-0.01	246.36	否
PM ₁₀	-16954.21	-0.01	169.54	否

第四節 以全台各空品區污染物質擴散效應分析結果

分析各空品區污染物濃度、呼吸道疾病門、住診費用和空氣品質防治預算間的關係後，考慮污染物會隨空氣在各品區間擴散之效應，因此分析以各空品區為中心之空氣品質防治預算、各空品區污染物濃度與鄰近空品區污染物濃度之平均和各空品區與鄰近空品區呼吸道疾病門、住診費用總額三者間之關係。

一 以環境資料庫為污染物資料來源

以各中心空品區與鄰近空品區污染物濃度平均、各中心空品區與鄰近空品區呼吸道疾病門、住診費用總額和各中心空品區空氣品質防治預算分析結果(表 16)中 $\frac{\partial C_1}{\partial Q_i}$ 項目，是各空品區與鄰近空品區之污染物平均濃度對各空品區與鄰近空品區呼吸道疾病門、住診費用總額影響情形。 $\frac{\partial C_1}{\partial Q_i}$ 迴歸係數為正之項目表示該中心空品區與鄰近空品區平均污染物濃度上升會造成中心空品區與鄰近空品區呼吸道疾病門、住診費用總額增加，而迴歸係數項目為負值，則可能因為該中心空品區與鄰近空品區之污染物濃度並未對中心空品區與鄰近空品區呼吸道疾病門、住診費用造成明顯影響。

表 16 中 $\frac{\partial Q_i}{\partial C_2}$ 項目為該中心空品區空氣品質防治預算增加對各中心空品區與鄰近空品區之污染物平均濃度影響情形。 $\frac{\partial Q_i}{\partial C_2}$ 為負值之項目即表示該中心空品區空氣品質防治預算增加可降低該中心空品區與鄰近空品區之平均污染物濃度，迴歸係數為正值，則可能政府所投入之空氣品質防治預算對該中心空品區與鄰近空品區平均污染物濃度並無明顯改善效果

在表 16 中 $\frac{\partial C_1}{\partial C_2}$ 所對應之地區污染物項目為負值，且 $\frac{\partial C_1}{\partial Q_i}$ 為正值、 $\frac{\partial Q_i}{\partial C_2}$ 為負值，即表示當該中心空品區政府空氣品質防治預算增加，可有效的減少該中心空品區與鄰近空品區污染物所影響之呼吸道疾病門、住診費用。結果顯示，高屏空品區空氣品質防治預算增加，可有效減少因高屏、雲嘉南和花東空品區 PM₁₀ 平均濃度所影響之呼吸道疾病門、住診費用。花東空品區空氣品質防治預算增加，可有效減少因花東、高屏和宜蘭空品區一氧化碳和二氧化氮平均

濃度所影響之呼吸道疾病門、住診費用。

表 16 全台各空品區環境資料庫污染物質擴散效應分析結果

以北部為中心(鄰近空品區:宜蘭、竹苗)				
污染物	$\frac{\partial c_1}{\partial Q_i}$	$\frac{\partial Q_i}{\partial c_2}$	$\frac{\partial c_1}{\partial c_2}$	是否符合預期結果
一氧化碳	2.5×10^7	2.77×10^{-7}	6.92	否
二氧化硫	-4.12×10^8	-2.63×10^{-9}	1.08	否
二氧化氮	9.55×10^8	3.73×10^{-9}	3.56	否
臭氧	-4.74×10^8	-1.04×10^{-8}	4.93	否
PM ₁₀	-4×10^5	-8.98×10^{-6}	3.59	否
以竹苗為中心(鄰近空品區:北部、中部)				
污染物	$\frac{\partial c_1}{\partial Q_i}$	$\frac{\partial Q_i}{\partial c_2}$	$\frac{\partial c_1}{\partial c_2}$	
一氧化碳	2.6×10^7	2.37×10^{-5}	616.2	否
二氧化硫	-9.19×10^8	-2.86×10^{-8}	26.28	否
二氧化氮	9.62×10^8	8.67×10^{-7}	834.05	否
臭氧	-4.83×10^8	-1.5×10^{-6}	724.5	否
PM ₁₀	81523.35	2×10^{-4}	16.30	否
以中部為中心(鄰近空品區:竹苗、雲嘉南)				
污染物	$\frac{\partial c_1}{\partial Q_i}$	$\frac{\partial Q_i}{\partial c_2}$	$\frac{\partial c_1}{\partial c_2}$	
一氧化碳	2×10^7	5.55×10^{-7}	11.1	否
二氧化硫	-4.01×10^8	1.23×10^{-9}	-0.49	否
二氧化氮	6.13×10^8	2.34×10^{-8}	14.34	否
臭氧	-2.48×10^8	-5.22×10^{-8}	12.94	否
PM ₁₀	-29231.94	6.47×10^{-6}	-0.19	否
以雲嘉南為中心(鄰近空品區:中部、高屏)				
污染物	$\frac{\partial c_1}{\partial Q_i}$	$\frac{\partial Q_i}{\partial c_2}$	$\frac{\partial c_1}{\partial c_2}$	
一氧化碳	2.1×10^7	7.6×10^{-7}	15.96	否
二氧化硫	9.4×10^7	6.06×10^{-9}	0.57	否
二氧化氮	8.63×10^8	2.83×10^{-8}	24.42	否

臭氧	-3.39×10^8	-4.98×10^{-8}	16.88	否
PM ₁₀	73714.69	3.25×10^{-5}	2.39	否
以高屏為中心(鄰近空品區:雲嘉南、花東)				
污染物	$\frac{\alpha_1}{\alpha_i}$	$\frac{\partial Q_i}{\partial C_2}$	$\frac{\alpha_1}{\alpha_2}$	
一氧化碳	1.6×10^7	1.11×10^{-6}	17.76	否
二氧化硫	-1.8×10^8	-8.47×10^{-9}	1.52	否
二氧化氮	8.5×10^8	1.57×10^{-8}	13.34	否
臭氧	-3.14×10^8	-1.42×10^{-8}	4.45	否
PM ₁₀	15058.46	-0.01	-150.58	是
以花東為中心(鄰近空品區:高屏、宜蘭)				
污染物	$\frac{\alpha_1}{\alpha_i}$	$\frac{\partial Q_i}{\partial C_2}$	$\frac{\alpha_1}{\alpha_2}$	
一氧化碳	1.4×10^7	-8.14×10^{-8}	-1.14	是
二氧化硫	-3.15×10^8	-1.16×10^{-8}	3.65	否
二氧化氮	6.71×10^8	-1.47×10^{-8}	-9.86	是
臭氧	-2.93×10^8	1.64×10^{-8}	-4.80	否
PM ₁₀	-7949.57	-3.99×10^{-5}	0.32	否
以宜蘭為中心(鄰近空品區:花東、北部)				
污染物	$\frac{\alpha_1}{\alpha_i}$	$\frac{\partial Q_i}{\partial C_2}$	$\frac{\alpha_1}{\alpha_2}$	
一氧化碳	2.1×10^7	6.6×10^{-6}	138.6	否
二氧化硫	-5.71×10^8	-4.71×10^{-9}	2.69	否
二氧化氮	1.33×10^9	2.08×10^{-7}	276.64	否
臭氧	-5.05×10^8	-4.41×10^{-7}	222.7	否
PM ₁₀	-3×10^5	-0.01	3000	否

二 以空氣品質年報各空品區為中心點污染物質擴散效應分析結果

以空氣品質年報為污染物質進行相關分析之結果(表17)，因污染物質單位和計算方式不同，因此迴歸係數有所差異。但是大致上各中心空品區與鄰近空品區因受到某污染物質平均濃度上升而影響空品區與鄰近空品區呼吸道疾病門、住診費用

($\frac{\alpha_1}{\alpha_i}$ 為正值)之情形大致與環境資料庫

污染物濃度分析結果相同。僅少數中心空品區與鄰近空品區污染物平均濃度(以竹苗為中心之PM₁₀、以雲嘉南為中心之二氧化硫和以高屏為中心之PM₁₀)分析結果與環境資料庫污染濃度測值所分析結果相反。

當各個空品區之空氣品質防治預算增加時，該中心地區與鄰近空品區污染物平均濃度因而減少之情形($\frac{\partial Q_i}{\partial C_2}$ 為負值)亦大致與環境資料庫污染濃度分析結果相同。僅少數中心空品區與鄰近空品區污染物平均濃度(以竹苗為中心之二氧化硫和PM₁₀和以中部為中心之二氧化硫)受中心空品區空氣品質防治預算影響情形與環境資料庫污染資料分析結果相反。

在表17中 $\frac{\partial C_1}{\partial C_2}$ 所對應之中心空品區汙染物項目為負值，且 $\frac{\partial C_1}{\partial Q_i}$ 為正值、 $\frac{\partial Q_i}{\partial C_2}$ 為負值，即表示當該中心空品區政府空氣品質防治預算增加，可有效的減少由中心空品區與鄰近空品區平均污染濃度所影響之呼吸道疾病門、住診費用。結果顯示，花東地區增加空氣品質防治預算可有效減少花東、高屏和宜蘭空品區因一氧化碳和二氧化氮所影響之呼吸道疾病門、住診費用總額。

分析結果與環境資料庫為污染資料來源相比，以環境資料庫為汙染資料分析結果，高屏空品區空氣品質防治預算增加可有效減少高屏、花東和宜蘭呼吸道疾病門、住診費用總額，但以空氣品質監測年報為汙染資料分析則無減少影響。

表 17 全台各空品區空氣品質年報汙染物質擴散效應分析結果

以北部為中心(鄰近空品區:宜蘭、竹苗)				
汙染物	$\frac{\partial C_1}{\partial Q_i}$	$\frac{\partial Q_i}{\partial C_2}$	$\frac{\partial C_1}{\partial C_2}$	是否符合預期結果
一氧化碳	1.6×10^7	3.32×10^{-7}	5.31	否

二氧化硫	-6×10^5	-2.45×10^{-6}	1.47	否
二氧化氮	9×10^5	3.06×10^{-7}	0.27	否
臭氧	-6×10^5	-2.17×10^{-11}	0.00	否
PM ₁₀	-4×10^5	-1.22×10^{-5}	4.88	否
以竹苗為中心(鄰近空品區:北部、中部)				
污染物	$\frac{\alpha_1}{\alpha Q_i}$	$\frac{\partial Q_i}{\partial C_2}$	$\frac{\alpha_1}{\alpha C_2}$	
一氧化碳	1.9×10^7	2.16×10^{-5}	410.4	否
二氧化硫	-2×10^6	10^{-4}	-200	否
二氧化氮	10^6	8×10^{-4}	800	否
臭氧	-7×10^5	-0.01	7×10^3	否
PM ₁₀	-9937.7	-3.02×10^{-5}	0.30	否
以中部為中心(鄰近空品區:竹苗、雲嘉南)				
污染物	$\frac{\alpha_1}{\alpha Q_i}$	$\frac{\partial Q_i}{\partial C_2}$	$\frac{\alpha_1}{\alpha C_2}$	
一氧化碳	1.9×10^7	5.47×10^{-7}	10.39	否
二氧化硫	-10^6	-2.3×10^{-6}	2.3	否
二氧化氮	6×10^5	2.28×10^{-5}	13.68	否
臭氧	-4×10^5	-3.52×10^{-5}	14.08	否
PM ₁₀	-20506.65	5.36×10^{-6}	-0.11	否
以雲嘉南為中心(鄰近空品區:中部、高屏)				
污染物	$\frac{\alpha_1}{\alpha Q_i}$	$\frac{\partial Q_i}{\partial C_2}$	$\frac{\alpha_1}{\alpha C_2}$	
一氧化碳	2.1×10^7	7.88×10^{-7}	16.55	否
二氧化硫	-41175.31	3.52×10^{-6}	-0.14	否
二氧化氮	8×10^5	2.91×10^{-5}	23.28	否
臭氧	-6×10^5	-4.57×10^{-5}	27.42	否
PM ₁₀	61811.14	2.35×10^{-5}	1.45	否
以高屏為中心(鄰近空品區:雲嘉南、花東)				
污染物	$\frac{\alpha_1}{\alpha Q_i}$	$\frac{\partial Q_i}{\partial C_2}$	$\frac{\alpha_1}{\alpha C_2}$	
一氧化碳	1.7×10^7	1.17×10^{-6}	19.89	否
二氧化硫	-5×10^5	-1.19×10^{-5}	5.95	否

二氧化氮	8×10^5	1.22×10^{-5}	9.76	否
臭氧	-6×10^5	-2.83×10^{-5}	16.98	否
PM ₁₀	-2346.79	-0.01	23.47	否
以花東為中心(鄰近空品區:高屏、宜蘭)				
污染物	$\frac{\partial c_1}{\partial Q_i}$	$\frac{\partial Q_i}{\partial c_2}$	$\frac{\partial c_1}{\partial c_2}$	
一氧化碳	1.4×10^7	-1.37×10^{-7}	-1.92	是
二氧化硫	-4×10^5	-6.23×10^{-6}	2.49	否
二氧化氮	5×10^5	-1.65×10^{-5}	-8.25	是
臭氧	-4×10^5	2.89×10^{-5}	-11.56	否
PM ₁₀	-38463.94	-2.73×10^{-5}	1.05	否
以宜蘭為中心(鄰近空品區:花東、北部)				
污染物	$\frac{\partial c_1}{\partial Q_i}$	$\frac{\partial Q_i}{\partial c_2}$	$\frac{\partial c_1}{\partial c_2}$	
一氧化碳	1.1×10^7	3.32×10^{-6}	36.52	否
二氧化硫	-8×10^5	-4.67×10^{-5}	37.36	否
二氧化氮	10^6	10^{-2}	10^4	否
臭氧	-6×10^5	-0.01	6×10^3	否
PM ₁₀	-3×10^5	-0.01	3×10^3	否

第六章 結論與建議

第一節 結論

本研究收集1999年到2006年的呼吸道疾病門診資料與環保署空氣品質監測站數據及空氣品質保護歲出預算，以損害函數法分析空氣污染與社會成本損害之相關性，藉此估計台灣地區空氣污染對社會成本造成的負擔。

在以PSI不良日數比率最為汙染物變項估計的結果，政府每支出一單位的空氣品質保護預算，PSI>50日數比率便會降低 1.6×10^{-7} 單位；而當PSI大於50的日數比率降低1單位，呼吸道疾病的門、住診費用亦跟著降低 1.03×10^8 單位。將此損害成本由函數關係可得知，政府每增加1單位的空氣品質保護預算，便可降低呼吸道系統疾病醫療費用16.48單位，但呼吸道疾病並非全由空氣污染引起內含遺傳因素等情形亦造成呼吸道疾病之發生，因此僅能推估1999到2006年空氣品質保護預算有減少呼吸道疾病門住診費用之效果。1999年到2006年政府對空氣品質防治預算(3.6億)，遠低於呼吸道疾病門、住診費用(516億)，而根據結果顯示政府的空氣品質保護費用在預防工作上減少空氣中的污染指數有很大的助益，而呼吸道疾病醫療費用對空氣品質敏感性也相當高，因此政府若能在適度提高空氣品質保護預算，便可大幅降低呼吸道疾病醫療費用，如此減少社會成本負擔。

而五項汙染物(一氧化碳、二氧化硫、二氧化氮、臭氧和PM₁₀)對社會成本影響，不論是以環境資料庫或空氣品質年報為汙染物資料來源，二氧化硫與PM₁₀之結果與整體PSI不良日數分析結果相同；當二氧化硫與PM₁₀濃度增加醫療費用隨之增加，而當政府增加空氣品質保護

預算，二氧化硫與PM₁₀濃度便隨之減少。以此結果來看，空氣品質防治預算支出對減少因二氧化硫與PM₁₀所影響之呼吸道疾病門、住診費用有所助益。而二氧化硫與PM₁₀也是工業廠與耗能產業所大量排放之污染物(吳佩瑛，2005)，因此政府投入之空氣品質防治預算，對於工廠與高耗能產業降低所排放二氧化硫與PM₁₀之濃度，減少這兩項污染物所影響之呼吸道疾病門、住診費用確實是有效的。

在將污染物測值、呼吸道疾病門、住診費用和空氣品質防治預算以七個空品區進行分析後，高屏地區二氧化硫和PM₁₀濃度變化對呼吸到疾病門、住診費用影響和受到空氣品質防治預算影響情形，與全台污染物對社會成本影響情形相似。而高雄原本就係屬工業大鎮，二氧化硫和PM₁₀污染物濃度排放量十分之高，因此污染物濃度越高受到空氣品質防治而改善之效果越好，對呼吸道疾病門、住診費用影響也越大。因此七個空品區中，僅高屏空品區之二氧化硫和PM₁₀濃度變化對社會成本影響與全台分析相似。

最後考慮污染物擴散之效應，因此分析各空品區空氣污染防治費用對該空品區與鄰近空品區之社會成本影響。而結果分析顯示，不論以環境資料庫和空氣品質年報為污染物資料來源進行分析，花東空品區之空氣品質防治費用皆可有效減少高屏、花東和宜蘭因一氧化碳和二氧化氮平均濃度影響之呼吸道疾病門、住診費用。以高屏空品區為中心分析二氧化硫和PM₁₀之結果反而與空品區分析結果不同。會出現此一情形，可能因高屏地區二氧化硫與PM₁₀濃度與花東和雲嘉南平均之後，平均濃度下降，因而對此三區之呼吸道疾病門、住診費用影響並無正相關係。

綜合以上結論，政府所支出空氣品質防治預算確實有減少社會成本之效果，尤其是在高屏地區這種工業大鎮。因為污染物濃度越高對健康的影響也越大，因此更需要空氣品質防治。但是環境的維護不能只靠政府法規與經費維持，政府只是小小的力量，人民才是國家重大的力量泉源。假若每個人都抱持著我一個人的力量不能改變什麼而不對環境維護做盡一分心力，那環境品質只會越來越糟。當每個人都在為環境品質維護出一分力，結合起來的力量將比政府法規與經費更加有效。

第二節 建議

以本研究在估計損害過程中所遇到的困難和可能出現之誤差提出幾點建議與說明。

- 一 呼吸道疾病門、住診費用所包括之項目並非全由空氣污染所引起，且健保之醫療費用會有漏洞和醫療浪費之嫌，因此建議後續研究者需界定清楚因空氣污染呼吸道疾病耗費之費用。
- 二 空氣品質保護預算在全台空氣品質維護雖然功不可沒，但畢竟只是官方釋出資料，缺乏民間企業對污染排放之防治成本，建議各縣市政府與民間企業可將空氣污染防治之出詳細列出供學界研究，而後續研究若能以實際環保支出進行分析對污染防治成本估算更具有效性。
- 三 空氣品質防治預算會因為預算使用方式不同或以空氣品質保護預算為名目申請預算實則用於其他環境支出，因使始評估會出現落差。同理污染物不一定立刻使民眾感到不適而就醫，因此污染物對健康影響情形亦增加不確定性。
- 四 本研究之損害成本為呼吸道疾病門、住診費用和空氣品質防治預算，缺乏因空氣污染死亡成本和勞動損失成本，因此在損害成本有低估之可能，建議後續研究者能有詳細損害成本資

料進行評估增加評估之有效性。

參考文獻

行政院環境保護署 1999-2006，「空氣品質監測報告」，行政院環境保護署。

林俊昇、黃文琪 2005，「空氣品質改善之效益評估—高屏地區案例」，自然資源與環境經濟學，雙葉書廊，435-464。

林全、蔡妙珊，1985，「燃煤發電外部成本分析」，國立政治大學財政研究所，碩士論文。

吳佩瑛，2005，「經濟發展與環境品質」，自然資源與環境經濟學，雙葉書廊，187-228。

吳佩瑛、林雅芳，2006，「氣候變遷對健康效益評估之概述」，全球變遷通訊雜誌第，50：11-14。

洪玉珠、李明燦，2001，「高雄市空氣品質與居民呼吸系統疾病之相關性探討」，高雄醫學大學公共衛生學研究所，碩士論文。

馬一中、宋鴻樟、鄭筱蓉，2002，「交通污染與學童呼吸道健康相關性之探討」，國立台灣大學公共衛生學院環境衛生研究所，碩士論文。

康信鴻、張慧雯，1993，「臺灣地區石化工業外部污染成本之評估—損害函數法之實證研究」，國立成功大學企業管理研究所，碩士論文。

陳玉琨，台灣與美國實施空氣品質管理計畫的歷史經驗回顧，宜蘭縣政府環境保護局研究及計劃執行成果。

陳凱俐、吳佩瑛，2005，「非市場財貨的價值衡量方法」，自然資源與環境經濟學，雙葉書廊，187-228。

郭育良、李永凌，2004，「台灣室內室外環境暴露，遺傳因子，與學齡孩童呼吸道過敏性疾

病之相關性研究」，國立成功大學基礎醫學研究所，博士論文。

郭育良、陳秉鈺，2004，「空氣污染與先天性缺陷發生之相關性研究」，國立成功大學環境醫學研究所，碩士論文。

葉新興、許志義、蕭代基，1987，工廠空氣汙染之防治投資及其經濟效益之研究，衛生署環保局與中華經濟研究院。

張永源、陳招式，2002，「門診急性呼吸道感染及氣喘病患醫療資源耗用分析」，高雄醫學大學健康科學院公共衛生研究所。

葛應欽，1996，學童呼吸系統健康檢查計畫（高屏區），行政院環境保護署「空氣污染防制基金之運用—學童呼吸系統健康檢查」。

蕭代基、胡玉蕙，1987，「空氣污染之反應函數與損害成本--台北市學童之實證分析」，國立政治大學經濟研究所，碩士論文。

行政院環保署空氣品質監測網，<http://www.epa.gov.tw>

行政院衛生署統計資訊網，<http://www.doh.gov.tw/statistic/index.htm>

Afroz, R., Hassan, M.N. and N. A. Ibrahim (2003), "Review of Air Pollution and Health Impacts in Malaysia". *Environmental Research*, 92, 71– 77.

Beardsley, T.(1997), "Smoke Alarm: Haze From Fires Might Promote Bacterial Growth". *Scientific American*, December, 24-25.

Brauer, M., and J.Hisham-Hishim (1998), "Fires in Indonesia: Crisis and Reaction". *Environmental Science and Technology*, 32: 404-407.

Chitano P., Hosselet J.J., Mapp C.E., and L.M.Fabbri (1995),” Effect of oxidant air pollutants on the respiratory system:insights from experimental animal Research”.*Eur. Respir. J*, 8: 1357-1371.

Cropper, M. (1981), “Measuring the Benefits from Reduced Morbidity”. *American Economic Review*. 71: 235-240.

Dockery, D.W.and C.A. Pope (1994), ” Acute respiratory effects of particulate air pollution”. *Annu. Rev. Public Health* 15:107-32

Dockery, D.W., Pope, C.A., Xu, X., Spengler, J.D., Ware ,J.H., Fay ,M.E., Ferris, B.G., Jr. and F.E. Speizer (1993),” An association between air pollution and mortality in six U.S. cities”. *N. Engl. J. Med.* 329:1753-9

Dockery, D.W., Pope ,C.A.,, Xu, X., Spengler, J.D., Ware, J.H., Fay ,M.E., Ferris,B.G., Jr., and F.E. Speizer FE. (1993),” An association between air pollution and mortality in six U.S. cities”. *N. Engl. J. Med.* 329:1753-9

Koenig J.Q., Pierson W,E,, Horike M.,and R.Frank(1982),”Effects of inhaled sulfur dioxide (SO₂) on pulmonary function in healthy adolescents : exposure to SO₂ + sodium chloride droplet aerosol during rest and exercise”. *Arch.Environ. Health*, 37 : 5 - 9.

Lave, L. B. and E. P. Seskin(1970),“Air Pollution and Human Health ”. *Science*,169.

Lave, L. B. and E. P. Seskin,(1973), “An Analysis of the Association Between U.S. Mortality and Air Pollution”. *Journal of the American Statistical Association*. 68: 284-290.

Molfino, N.A., Wright, S., C., Katz, I., et al (1991), "Effect of low concentrations of ozone on inhaled allergen responses in asthmatic subjects". *Lancet*, 338:199-203.

Orehek J., Massari J.P., Gayraud P., Grimand C., and J. Charpin (1976), "Effects of short-term, low-level nitrogen exposure on bronchial sensitivity of asthmatic patients". *J. Clin. Invest.*, 57 : 301-307.

Pope, C. A., Schwartz, J. and M. R. Ransom (1992), "Daily mortality and PM₁₀ pollution in Utah Valley". *Arch. Environ. Health* 47:211-7

Pierson, W.E., and J.Q. Koenig (1992), "Respiratory effects of air pollution on allergic disease". *J. Allergy Clin. Immunol.*, 90 : 557-566.

Ritz, B. and F. Yu (1999), "The effect of ambient carbon monoxide on low birth weight among children born in southern California between 1989 and 1993". *Environ Health Perspect*, 107:17-25, 1999.

Schwing, R.C. and G.C. McDonald (1976), "Measures of Association of Some Air Pollutants, Natural Ionizing Radiation and Cigarette Smoking with Mortality Rates". *Science, Total Environment*, 5.

Seskin, E.P. (1979), "Pollution and Health in Washington". *Journal of Urban Economics*, 6:275-291.

Timblin, C., Berube, K., Churg, A., Driscoll, K., Gordon, T., Hemenway, D., Walsh, E., Cummins, A.B., Vacek, P., and B. Mossman (1998), "Ambient Particulate Matter Causes Activation of c-jun Kinase/Stress-activated Protein Cascade and DNA Synthesis in Lung Epithelial Cells". *Cancer Research*, 58:4543-4547.

Wardlaw,A.J.(1993),”The role of air pollution in asthma”.*Clin Exp Allergy*,23:81-96

World Health Organization (1998),” Report of the Bioregional Workshop on Health Impacts of Haze Related Air Pollution”, WHO, Manila, Philippines.

Yang, C.Y., Wang ,J.D., Chan ,C.C., Chen ,P.C., Huang ,J.S. and M.F. Cheng (1997),”Respiratory and irritant health effects of a population living in a petrochemical-polluted area in Taiwan”.
Environ. Res. 74:145-9

表附錄

表1 1999年到2006年環境資料庫全台與七個空品區汙染濃度測值

時間(年)	各污染物濃度				
	一氧化碳 (ppm)	二氧化硫 (ppm)	二氧化氮 (ppm)	臭氧 (ppm)	PM ₁₀ (μg/m ³)
1999 年	0.74	0.005	0.023	0.054	59.95
2000 年	0.7	0.004	0.022	0.054	59.37
2001 年	0.73	0.004	0.021	0.057	57.87
2002 年	0.6	0.004	0.019	0.06	54.28
2003 年	0.62	0.003	0.019	0.06	55.03
2004 年	0.55	0.004	0.02	0.061	62.13
2005 年	0.54	0.005	0.018	0.057	62.75
2006 年	0.52	0.005	0.018	0.06	59.68
時間(年)	北部空品區各污染物濃度				
	一氧化碳 (ppm)	二氧化硫 (ppm)	二氧化氮 (ppm)	臭氧 (ppm)	PM ₁₀ (μg/m ³)
1999 年	0.75	0.004	0.025	0.051	46.46
2000 年	0.73	0.004	0.023	0.05	50.62

2001 年	0.71	0.004	0.023	0.05	49.18
2002 年	0.66	0.004	0.021	0.054	47.91
2003 年	0.68	0.003	0.021	0.053	45.76
2004 年	0.58	0.004	0.023	0.054	52.17
2005 年	0.62	0.006	0.022	0.05	51.84
2006 年	0.58	0.005	0.021	0.053	48.43
時間(年)	竹苗空品區各污染物濃度				
	一氧化碳 (ppm)	二氧化硫 (ppm)	二氧化氮 (ppm)	臭氧 (ppm)	PM ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1999 年	0.59	0.004	0.021	0.05	50.29
2000 年	0.56	0.003	0.019	0.051	47.12
2001 年	0.54	0.003	0.018	0.052	45.44
2002 年	0.53	0.003	0.018	0.056	46.19
2003 年	0.51	0.003	0.016	0.054	45.35
2004 年	0.46	0.003	0.018	0.057	51.67
2005 年	0.49	0.004	0.016	0.055	51.57
2006 年	0.46	0.004	0.016	0.057	50.98
時間(年)	中部空品區各污染物濃度				

	一氧化碳 (ppm)	二氧化硫 (ppm)	二氧化氮 (ppm)	臭氧 (ppm)	PM ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1999 年	0.66	0.003	0.023	0.055	68.51
2000 年	0.69	0.003	0.024	0.055	68.52
2001 年	0.68	0.003	0.023	0.06	64.01
2002 年	0.65	0.003	0.022	0.062	63.33
2003 年	0.67	0.003	0.021	0.066	62.49
2004 年	0.63	0.004	0.022	0.067	68.22
2005 年	0.55	0.004	0.018	0.062	67.11
2006 年	0.62	0.003	0.02	0.064	65.29
	雲嘉南空品區各污染物濃度				
時間(年)	一氧化碳 (ppm)	二氧化硫 (ppm)	二氧化氮 (ppm)	臭氧 (ppm)	PM ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1999 年	0.57	0.004	0.02	0.057	72.12
2000 年	0.59	0.004	0.02	0.058	70.09
2001 年	0.57	0.004	0.02	0.064	69.68
2002 年	0.51	0.003	0.018	0.067	63.42
2003 年	0.56	0.003	0.017	0.068	65.48

2004 年	0.49	0.004	0.017	0.07	78.58
2005 年	0.45	0.005	0.016	0.063	79.83
2006 年	0.44	0.004	0.016	0.067	75.6
時間(年)	高屏空品區各污染物濃度				
	一氧化碳 (ppm)	二氧化硫 (ppm)	二氧化氮 (ppm)	臭氧 (ppm)	PM ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1999 年	0.7	0.008	0.023	0.069	80.07
2000 年	0.61	0.006	0.02	0.065	78.99
2001 年	0.63	0.006	0.02	0.07	72.86
2002 年	0.59	0.005	0.018	0.07	62.24
2003 年	0.6	0.005	0.018	0.067	67.9
2004 年	0.51	0.006	0.021	0.069	73.9
2005 年	0.49	0.008	0.018	0.065	76.24
2006 年	0.49	0.007	0.017	0.068	72.37
時間(年)	花東空品區各污染物濃度				
	一氧化碳 (ppm)	二氧化硫 (ppm)	二氧化氮 (ppm)	臭氧 (ppm)	PM ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1999 年	0.53	0.001	0.011	0.034	34.2

2000 年	0.57	0.001	0.011	0.036	30.38
2001 年	0.58	0.001	0.012	0.037	33.85
2002 年	0.53	0.001	0.011	0.038	28.98
2003 年	0.55	0.001	0.011	0.036	31.06
2004 年	0.49	0.001	0.011	0.039	39.93
2005 年	0.48	0.002	0.01	0.037	37.37
2006 年	0.43	0.002	0.01	0.042	34.82
	宜蘭空品區各污染物濃度				
時間(年)	一氧化碳 (ppm)	二氧化硫 (ppm)	二氧化氮 (ppm)	臭氧 (ppm)	PM ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1999 年	0.49	0.002	0.014	0.043	36.44
2000 年	0.52	0.002	0.013	0.042	35.52
2001 年	0.5	0.002	0.013	0.041	35.61
2002 年	0.49	0.002	0.013	0.042	39.81
2003 年	0.52	0.001	0.012	0.046	41.83
2004 年	0.5	0.002	0.012	0.048	39.17
2005 年	0.48	0.003	0.012	0.044	40.24
2006 年	0.47	0.003	0.012	0.045	41.72

資料來源:行政院環保署環境資料庫

表2 1999年到2006年空氣品質年報全台和七空品區空氣污染物平均濃度(中華民國空氣品質年報)

時間(年)	各污染物濃度				
	一氧化碳	二氧化硫	二氧化氮	臭氧	PM ₁₀
	(ppm)	(ppb)	(ppb)	(ppb)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1999 年	0.74	5	23	24	59
2000 年	0.72	4	21	25	59
2001 年	0.72	4	22	26	58
2002 年	0.69	4	20	27	55
2003 年	0.68	4	20	28	55
2004 年	0.59	4	21	29	63
2005 年	0.57	6	19	26	63
2006 年	0.55	5	19	29	60
時間(年)	北部空品區各污染物濃度				
	一氧化碳	二氧化硫	二氧化氮	臭氧	PM ₁₀
	(ppm)	(ppb)	(ppb)	(ppb)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1999 年	0.76	4	25	23	45
2000 年	0.73	4	23	24	48
2001 年	0.71	4	23	25	48

2002 年	0.67	4	22	26	48
2003 年	0.86	3	21	27	45
2004 年	0.6	4	23	28	52
2005 年	0.63	5.34	22.2	24.85	52.66
2006 年	0.59	4.86	21.71	27.62	50.1
竹苗空品區各污染物濃度					
時間(年)	一氧化碳 (ppm)	二氧化硫 (ppb)	二氧化氮 (ppb)	臭氧 (ppb)	PM ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1999 年	0.57	3	20	24	50
2000 年	0.54	3	19	24	48
2001 年	0.53	3	18	25	45
2002 年	0.51	3	18	27	47
2003 年	0.49	3	16	28	46
2004 年	0.45	3	17	29	52
2005 年	0.47	3.82	15.18	28.14	51.45
2006 年	0.44	3.51	15.38	28.97	50.7
中部空品區各污染物濃度					
時間(年)	一氧化碳	二氧化硫	二氧化氮	臭氧	PM ₁₀

	(ppm)	(ppb)	(ppb)	(ppb)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1999 年	0.66	3	23	20	67
2000 年	0.69	3	24	21	67
2001 年	0.69	3	23	23	63
2002 年	0.66	3	22	24	62
2003 年	0.68	3	21	26	62
2004 年	0.63	4	22	27	68
2005 年	0.55	4.01	18.46	26.59	66.71
2006 年	0.53	3.68	18.26	27.58	61.95
	雲嘉南空品區各污染物濃度				
時間(年)	一氧化碳 (ppm)	二氧化硫 (ppb)	二氧化氮 (ppb)	臭氧 (ppb)	PM ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1999 年	0.54	4	19	24	71
2000 年	0.57	4	19	25	69
2001 年	0.55	4	19	27	68
2002 年	0.5	3	17	29	62
2003 年	0.55	3	16	29	65
2004 年	0.48	4	17	30	78

2005 年	0.44	4.49	15.62	27.97	79
2006 年	0.43	4.09	15.31	30.27	75.12
時間(年)	高屏空品區各污染物濃度				
	一氧化碳 (ppm)	二氧化硫 (ppb)	二氧化氮 (ppb)	臭氧 (ppb)	PM ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1999 年	0.72	8	24	26	79
2000 年	0.62	6	20	27	80
2001 年	0.64	7	21	30	74
2002 年	0.61	6	18	31	63
2003 年	0.61	6	19	30	69
2004 年	0.52	6	22	31	75
2005 年	0.5	7.96	18.33	28.91	77.49
2006 年	0.5	6.62	17.64	30.66	73.54
時間(年)	花東空品區各污染物濃度				
	一氧化碳 (ppm)	二氧化硫 (ppb)	二氧化氮 (ppb)	臭氧 (ppb)	PM ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1999 年	0.53	0	11	21	34
2000 年	0.56	0	11	22	30

2001 年	0.58	1	11	22	34
2002 年	0.53	1	10	23	29
2003 年	0.55	1	10	22	31
2004 年	0.49	1	11	24	40
2005 年	0.48	2.22	9.95	23.25	37.37
2006 年	0.43	2.17	9.48	26.77	34.75
時間(年)	宜蘭空品區各污染物濃度				
	一氧化碳 (ppm)	二氧化硫 (ppb)	二氧化氮 (ppb)	臭氧 (ppb)	PM ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1999 年	0.49	2	14	23	36
2000 年	0.52	2	13	22	35
2001 年	0.5	2	13	23	36
2002 年	0.49	2	13	23	40
2003 年	0.52	1	12	26	42
2004 年	0.5	2	13	27	39
2005 年	0.48	2.65	11.72	24.45	40.24
2006 年	0.47	2.57	12.38	25.48	41.63

資料來源: 1999 年~2006 年空氣品質年報

表 3 以環境資料庫七個空品區汙染物濃度對呼吸道疾病門、住診費迴歸結果

北部			
污染物	迴歸係數	R ²	p 值
一氧化碳	1.2×10 ⁷	0.67	0.01
二氧化硫	-2.34×10 ⁸	0.04	0.65
二氧化氮	6.55×10 ⁸	0.73	0.01
臭氧	-3.54×10 ⁸	0.45	0.07
PM ₁₀	2710.45	0.01	0.98
竹苗			
污染物	迴歸係數	R ²	p 值
一氧化碳	3×10 ⁶	0.72	0.01
二氧化硫	-6.3×10 ⁷	0.03	0.7
二氧化氮	9.2×10 ⁷	0.72	0.01
臭氧	-5.7×10 ⁷	0.67	0.01
PM ₁₀	-15534	0.06	0.57
中部			
污染物	迴歸係數	R ²	p 值
一氧化碳	5×10 ⁶	0.17	0.31
二氧化硫	-6.46×10 ⁸	0.15	0.34
二氧化氮	1.93×10 ⁸	0.41	0.09
臭氧	-7.9×10 ⁷	0.46	0.07
PM ₁₀	96302.36	0.20	0.27
雲嘉南			
污染物	迴歸係數	R ²	p 值
一氧化碳	7×10 ⁶	0.56	0.03
二氧化硫	9.4×10 ⁷	0.01	0.79
二氧化氮	2.76×10 ⁸	0.72	0.01
臭氧	-8.5×10 ⁷	0.55	0.03
PM ₁₀	-19329.36	0.05	0.6
高屏			
污染物	迴歸係數	R ²	p 值
一氧化碳	216.41	0.01	0.92
二氧化硫	1.4×10 ⁸	0.04	0.63
二氧化氮	2.58×10 ⁸	0.64	0.02
臭氧	2.9×10 ⁷	0.01	0.82
PM ₁₀	46657.76	0.18	0.29
花東			

污染物	迴歸係數	R ²	p 值
一氧化碳	9×10 ⁵	0.46	0.07
二氧化硫	-6.2×10 ⁷	0.39	0.10
二氧化氮	7.1×10 ⁷	0.43	0.08
臭氧	-2.5×10 ⁷	0.71	0.01
PM ₁₀	-4580.56	0.06	0.55
宜蘭			
污染物	迴歸係數	R ²	p 值
一氧化碳	2×10 ⁶	0.2	0.26
二氧化硫	-4.8×10 ⁷	0.23	0.23
二氧化氮	7.6×10 ⁷	0.76	0.01
臭氧	-1.4×10 ⁷	0.27	0.19
PM ₁₀	-17516.61	0.50	0.04

表 4 以空氣品質年報七個空品區汙染物濃度對呼吸道疾病門、住診費迴歸結果

北部			
污染物	迴歸係數	R ²	p 值
一氧化碳	3×10 ⁶	0.01	0.45
二氧化硫	-2×10 ⁵	0.02	0.73
二氧化氮	7×10 ⁵	0.71	0.01
臭氧	-5×10 ⁵	0.77	0.01
PM ₁₀	-1×10 ⁵	0.14	0.37
竹苗			
污染物	迴歸係數	R ²	p 值
一氧化碳	3×10 ⁶	0.01	0.45
二氧化硫	-2×10 ⁵	0.02	0.73
二氧化氮	7×10 ⁵	0.71	0.01
臭氧	-5×10 ⁵	0.77	0.01
PM ₁₀	-1×10 ⁵	0.14	0.37
中部			
污染物	迴歸係數	R ²	p 值
一氧化碳	3×10 ⁶	0.01	0.45
二氧化硫	-2×10 ⁵	0.02	0.73
二氧化氮	7×10 ⁵	0.71	0.01
臭氧	-5×10 ⁵	0.77	0.01
PM ₁₀	-1×10 ⁵	0.14	0.37
雲嘉南			

污染物	迴歸係數	R ²	p 值
一氧化碳	7×10 ⁶	0.48	0.06
二氧化硫	36811	0.01	0.93
二氧化氮	3×10 ⁵	0.73	0.01
臭氧	-2×10 ⁵	0.78	0.01
PM ₁₀	-21508	0.06	0.55
高屏			
污染物	迴歸係數	R ²	p 值
一氧化碳	6×10 ⁶	0.63	0.02
二氧化硫	2×10 ⁵	0.09	0.48
二氧化氮	2×10 ⁵	0.61	0.02
臭氧	-2×10 ⁵	0.51	0.04
PM ₁₀	39590	0.12	0.4
花東			
污染物	迴歸係數	R ²	p 值
一氧化碳	9×10 ⁵	0.50	0.07
二氧化硫	-59072.53	0.53	0.04
二氧化氮	74347.77	0.48	0.06
臭氧	-32079.65 ⁸	0.72	0.01
PM ₁₀	-4618.66	0.06	0.54
宜蘭			
污染物	迴歸係數	R ²	p 值
一氧化碳	2×10 ⁶	0.2	0.26
二氧化硫	-44917.79	0.12	0.4
二氧化氮	63101.22	0.49	0.05
臭氧	-24636.48	0.46	0.07
PM ₁₀	-16954.21	0.51	0.04

表 5 空氣品質防治預算對環境資料庫七個空品區污染物濃度迴歸結果

北部			
污染物	迴歸係數	R ²	p 值
一氧化碳	4.29×10 ⁻⁷	0.38	0.11
二氧化硫	-3.16×10 ⁻⁹	0.14	0.37
二氧化氮	2.31×10 ⁻⁹	0.03	0.69
臭氧	-9.45×10 ⁻⁹	0.22	0.24
PM ₁₀	-3.78×10 ⁻⁶	0.02	0.72
竹苗			
污染物	迴歸係數	R ²	p 值
一氧化碳	2.59×10 ⁻⁵	0.64	0.02
二氧化硫	7.93×10 ⁻⁸	0.06	0.55
二氧化氮	1.01×10 ⁻⁶	0.83	0.01
臭氧	-1.36×10 ⁻⁶	0.62	0.02
PM ₁₀	0.01	0.01	0.87
中部			
污染物	迴歸係數	R ²	p 值
一氧化碳	3.13×10 ⁻⁷	0.09	0.46
二氧化硫	-1.95×10 ⁻⁹	0.08	0.51
二氧化氮	2.12×10 ⁻⁸	0.30	0.16
臭氧	-6.13×10 ⁻⁸	0.38	0.11
PM ₁₀	2.4×10 ⁻⁵	0.20	0.27
雲嘉南			
污染物	迴歸係數	R ²	p 值
一氧化碳	6.08×10 ⁻⁷	0.14	0.36
二氧化硫	6.51×10 ⁻⁹	0.14	0.37
二氧化氮	2.35×10 ⁻⁸	0.28	0.18
臭氧	-8.13×10 ⁻⁸	0.42	0.08
PM ₁₀	-7.06×10 ⁻⁶	0.01	0.92
高屏			
污染物	迴歸係數	R ²	p 值
一氧化碳	2.01×10 ⁻⁶	0.22	0.24
二氧化硫	-7.01×10 ⁻⁹	0.02	0.76
二氧化氮	1.37×10 ⁻⁸	0.01	0.78
臭氧	5.33×10 ⁻⁸	0.19	0.28

PM ₁₀	-0.01	0.12	0.39
花東			
污染物	迴歸係數	R ²	p 值
一氧化碳	-2.61×10 ⁻⁹	0.01	0.82
二氧化硫	4.17×10 ⁻⁹	0.03	0.69
二氧化氮	3.71×10 ⁻⁸	0.17	0.32
臭氧	-1.1×10 ⁻⁵	0.01	0.86
PM ₁₀	-2.61×10 ⁻⁹	0.01	0.82
宜蘭			
污染物	迴歸係數	R ²	p 值
一氧化碳	-4.08×10 ⁻⁷	0.01	0.9
二氧化硫	2.31×10 ⁻⁸	0.01	0.84
二氧化氮	2.45×10 ⁻⁷	0.63	0.02
臭氧	-4.22×10 ⁻⁷	0.19	0.29
PM ₁₀	-0.01	0.23	0.22

表 6 空氣品質防治預算對空氣品質年報七個空品區污染物濃度迴歸結果

北部			
污染物	迴歸係數	R ²	p 值
一氧化碳	6.11×10 ⁻⁷	0.4	0.09
二氧化硫	-3.5×10 ⁻⁶	0.22	0.24
二氧化氮	8.7×10 ⁻⁷	0.01	0.87
臭氧	-7.39×10 ⁻⁶	0.15	0.34
PM ₁₀	-1.5×10 ⁻⁵	0.24	0.21
竹苗			
污染物	迴歸係數	R ²	p 值
一氧化碳	2.46×10 ⁻⁵	0.65	0.02
二氧化硫	-8.76×10 ⁻⁵	0.17	0.31
二氧化氮	10 ⁻³	0.72	0.01
臭氧	-0.01	0.62	0.02
PM ₁₀	9.13×10 ⁻⁵	0.01	0.9
中部			
污染物	迴歸係數	R ²	p 值
一氧化碳	4.71×10 ⁻⁷	0.12	0.41
二氧化硫	-4.02×10 ⁻⁶	0.15	0.34

二氧化氮	2.19×10^{-5}	0.23	0.23
臭氧	-4.34×10^{-5}	0.48	0.06
PM ₁₀	2.34×10^{-5}	0.16	0.33
雲嘉南			
污染物	迴歸係數	R ²	p 值
一氧化碳	4.45×10^{-7}	0.09	0.47
二氧化硫	1.47×10^{-6}	0.01	0.81
二氧化氮	2.21×10^{-5}	0.26	0.2
臭氧	-4.49×10^{-5}	0.5	0.04
PM ₁₀	-9.55×10^{-6}	0.01	0.89
高屏			
污染物	迴歸係數	R ²	p 值
一氧化碳	2.39×10^{-6}	0.28	0.18
二氧化硫	-4.94×10^{-7}	0.01	0.98
二氧化氮	1.12×10^{-5}	0.01	0.83
臭氧	-1.82×10^{-5}	0.03	0.7
PM ₁₀	-10^{-4}	0.2	0.27
花東			
污染物	迴歸係數	R ²	p 值
一氧化碳	4.63×10^{-7}	0.05	0.58
二氧化硫	8.45×10^{-6}	0.06	0.55
二氧化氮	-1.18×10^{-6}	0.01	0.91
臭氧	1.56×10^{-5}	0.05	0.61
PM ₁₀	-7.55×10^{-6}	0.1	0.91
宜蘭			
污染物	迴歸係數	R ²	p 值
一氧化碳	-4.08×10^{-7}	0.01	0.9
二氧化硫	3.49×10^{-5}	0.03	0.7
二氧化氮	0.01	0.39	0.1
臭氧	-0.01	0.42	0.08
PM ₁₀	-0.01	0.3	0.16

表 7 環境資料庫七個中心空品區之污染物擴散效應呼吸道疾病門、住診費用迴歸結果

以北部為中心			
污染物	迴歸係數	R ²	p 值
一氧化碳	2.5×10^7	0.71	0.01

二氧化硫	-4.12×10^8	0.04	0.63
二氧化氮	9.55×10^8	0.83	0.01
臭氧	-4.74×10^8	0.61	0.02
PM ₁₀	-4×10^5	0.29	0.17
以竹苗為中心			
污染物	迴歸係數	R ²	p 值
一氧化碳	2.6×10^7	0.60	0.02
二氧化硫	-9.19×10^8	0.07	0.52
二氧化氮	9.62×10^8	0.72	0.01
臭氧	-4.83×10^8	0.67	0.01
PM ₁₀	81523.35	0.01	0.8
以中部為中心			
污染物	迴歸係數	R ²	p 值
一氧化碳	2×10^7	0.57	0.03
二氧化硫	-4.01×10^8	0.02	0.74
二氧化氮	6.13×10^8	0.66	0.01
臭氧	-2.48×10^8	0.59	0.03
PM ₁₀	-29231.94	0.01	0.85
以雲嘉南為中心			
污染物	迴歸係數	R ²	p 值
一氧化碳	2.1×10^7	0.51	0.04
二氧化硫	9.4×10^7	0.01	0.94
二氧化氮	8.63×10^8	0.69	0.01
臭氧	-3.39×10^8	0.44	0.08
PM ₁₀	73714.69	0.03	0.66
以高屏為中心			
污染物	迴歸係數	R ²	p 值
一氧化碳	1.6×10^7	0.61	0.02
二氧化硫	-1.8×10^8	0.01	0.81
二氧化氮	8.5×10^8	0.77	0.01
臭氧	-3.14×10^8	0.47	0.06
PM ₁₀	15058.46	0.01	0.9
以花東為中心			
污染物	迴歸係數	R ²	p 值
一氧化碳	1.4×10^7	0.6	0.02
二氧化硫	-3.15×10^8	0.07	0.52
二氧化氮	6.71×10^8	0.76	0.01

臭氧	-2.93×10^8	0.35	0.12
PM ₁₀	-7949.57	0.01	0.95
以宜蘭為中心			
污染物	迴歸係數	R ²	p 值
一氧化碳	2.1×10^7	0.57	0.03
二氧化硫	-5.71×10^8	0.12	0.4
二氧化氮	1.33×10^9	0.85	0.01
臭氧	-5.05×10^8	0.67	0.01
PM ₁₀	-3×10^5	0.26	0.2

表 8 空氣品質年報七個中心空品區之污染物擴散效應呼吸道疾病門、住診費用迴歸結果

以北部為中心			
污染物	迴歸係數	R ²	p 值
一氧化碳	1.6×10^7	0.34	0.13
二氧化硫	-6×10^5	0.04	0.60
二氧化氮	9×10^5	0.79	0.01
臭氧	-6×10^5	0.78	0.01
PM ₁₀	-4×10^5	0.43	0.08
以竹苗為中心			
污染物	迴歸係數	R ²	p 值
一氧化碳	1.9×10^7	0.44	0.07
二氧化硫	-2×10^6	0.13	0.38
二氧化氮	10^6	0.83	0.01
臭氧	-7×10^5	0.82	0.01
PM ₁₀	-9937.7	0.01	0.97
以中部為中心			
污染物	迴歸係數	R ²	p 值
一氧化碳	1.9×10^7	0.66	0.01
二氧化硫	-10^6	0.13	0.37
二氧化氮	6×10^5	0.77	0.01
臭氧	-4×10^5	0.76	0.01
PM ₁₀	-20506.65	0.01	0.89
以雲嘉南為中心			
污染物	迴歸係數	R ²	p 值
一氧化碳	2.1×10^7	0.6	0.02
二氧化硫	-41175.31	0.01	0.98
二氧化氮	8×10^5	0.77	0.01

臭氧	-6×10^5	0.74	0.01
PM ₁₀	61811.14	0.02	0.71
以高屏為中心			
污染物	迴歸係數	R ²	p 值
一氧化碳	1.7×10^7	0.6	0.02
二氧化硫	-5×10^5	0.06	0.56
二氧化氮	8×10^5	0.74	0.01
臭氧	-6×10^5	0.8	0.01
PM ₁₀	-2346.79	0.01	0.98
以花東為中心			
污染物	迴歸係數	R ²	p 值
一氧化碳	1.4×10^7	0.61	0.02
二氧化硫	-4×10^5	0.11	0.43
二氧化氮	5×10^5	0.65	0.02
臭氧	-4×10^5	0.74	0.01
PM ₁₀	-38463.94	0.02	0.77
以宜蘭為中心			
污染物	迴歸係數	R ²	p 值
一氧化碳	1.1×10^7	0.22	0.24
二氧化硫	-8×10^5	0.20	0.27
二氧化氮	10^6	0.74	0.01
臭氧	-6×10^5	0.83	0.01
PM ₁₀	-3×10^5	0.37	0.11

表 9 各中心空品區空氣品質防治預算對環境資料庫七個中心空品區之污染物擴散效應迴歸結果

以北部為中心			
污染物	迴歸係數	R ²	p 值
一氧化碳	2.77×10^{-7}	0.41	0.09
二氧化硫	-2.63×10^{-9}	0.17	0.31
二氧化氮	3.73×10^{-9}	0.09	0.47
臭氧	-1.04×10^{-8}	0.23	0.23
PM ₁₀	-8.98×10^{-6}	0.23	0.23
以竹苗為中心			
污染物	迴歸係數	R ²	p 值
一氧化碳	2.37×10^{-5}	0.52	0.04

二氧化硫	-2.86×10^{-8}	0.01	0.84
二氧化氮	8.67×10^{-7}	0.78	0.01
臭氧	-1.5×10^{-6}	0.63	0.02
PM ₁₀	2×10^{-4}	0.02	0.74
以中部為中心			
污染物	迴歸係數	R ²	p 值
一氧化碳	5.55×10^{-7}	0.29	0.16
二氧化硫	1.23×10^{-9}	0.02	0.75
二氧化氮	2.34×10^{-8}	0.44	0.07
臭氧	-5.22×10^{-8}	0.4	0.09
PM ₁₀	6.47×10^{-6}	0.01	0.84
以雲嘉南為中心			
污染物	迴歸係數	R ²	p 值
一氧化碳	7.6×10^{-7}	0.24	0.22
二氧化硫	6.06×10^{-9}	0.14	0.35
二氧化氮	2.83×10^{-8}	0.40	0.09
臭氧	-4.98×10^{-8}	0.31	0.15
PM ₁₀	3.25×10^{-5}	0.08	0.5
以高屏為中心			
污染物	迴歸係數	R ²	p 值
一氧化碳	1.11×10^{-6}	0.11	0.43
二氧化硫	-8.47×10^{-9}	0.05	0.60
二氧化氮	1.57×10^{-8}	0.05	0.61
臭氧	-1.42×10^{-8}	0.01	0.81
PM ₁₀	-0.01	0.3	0.16
以花東為中心			
污染物	迴歸係數	R ²	p 值
一氧化碳	-8.14×10^{-8}	0.01	0.91
二氧化硫	-1.16×10^{-8}	0.19	0.27
二氧化氮	-1.47×10^{-8}	0.14	0.37
臭氧	1.64×10^{-8}	0.07	0.53
PM ₁₀	-3.99×10^{-5}	0.15	0.34
以宜蘭為中心			
污染物	迴歸係數	R ²	p 值
一氧化碳	6.6×10^{-6}	0.15	0.34

二氧化硫	-4.71×10^{-9}	0.01	0.97
二氧化氮	2.08×10^{-7}	0.42	0.08
臭氧	-4.41×10^{-7}	0.34	0.13
PM ₁₀	-0.01	0.21	0.26

表 10 各中心空品區空氣品質防治預算對空氣品質年報七個中心空品區之污染物擴散效應迴歸結果

以北部為中心			
污染物	迴歸係數	R ²	p 值
一氧化碳	3.32×10^{-7}	0.47	0.06
二氧化硫	-2.45×10^{-6}	0.23	0.23
二氧化氮	3.06×10^{-7}	0.06	0.55
臭氧	-2.17×10^{-11}	0.01	0.81
PM ₁₀	-1.22×10^{-5}	0.31	0.15
以竹苗為中心			
污染物	迴歸係數	R ²	p 值
一氧化碳	2.16×10^{-5}	0.3	0.16
二氧化硫	10^{-4}	0.13	0.38
二氧化氮	8×10^{-4}	0.67	0.01
臭氧	-0.01	0.69	0.01
PM ₁₀	-3.02×10^{-5}	0.01	0.96
以中部為中心			
污染物	迴歸係數	R ²	p 值
一氧化碳	5.47×10^{-7}	0.24	0.22
二氧化硫	-2.3×10^{-6}	0.08	0.51
二氧化氮	2.28×10^{-5}	0.36	0.12
臭氧	-3.52×10^{-5}	0.46	0.07
PM ₁₀	5.36×10^{-6}	0.01	0.87
以雲嘉南為中心			
污染物	迴歸係數	R ²	p 值
一氧化碳	7.88×10^{-7}	0.22	0.24
二氧化硫	3.52×10^{-6}	0.06	0.55
二氧化氮	2.91×10^{-5}	0.35	0.12
臭氧	-4.57×10^{-5}	0.54	0.04
PM ₁₀	2.35×10^{-5}	0.04	0.63

以高屏為中心			
污染物	迴歸係數	R ²	p 值
一氧化碳	1.17×10 ⁻⁶	0.13	0.39
二氧化硫	-1.19×10 ⁻⁵	0.14	0.37
二氧化氮	1.22×10 ⁻⁵	0.02	0.72
臭氧	-2.83×10 ⁻⁵	0.07	0.53
PM ₁₀	-0.01	0.35	0.12
以花東為中心			
污染物	迴歸係數	R ²	p 值
一氧化碳	-1.37×10 ⁻⁷	0.01	0.85
二氧化硫	-6.23×10 ⁻⁶	0.08	0.50
二氧化氮	-1.65×10 ⁻⁵	0.13	0.37
臭氧	2.89×10 ⁻⁵	0.22	0.24
PM ₁₀	-2.73×10 ⁻⁵	0.07	0.51
以宜蘭為中心			
污染物	迴歸係數	R ²	p 值
一氧化碳	3.32×10 ⁻⁶	0.03	0.7
二氧化硫	-4.67×10 ⁻⁵	0.03	0.66
二氧化氮	0.01	0.4	0.1
臭氧	-0.01	0.51	0.04
PM ₁₀	-0.01	0.27	0.19