

台灣大都會地區改善空氣品質之 經濟效益評估與酸雨風險認知調查

委託單位：行政院環境保護署

研究單位：中華經濟研究院

中華民國八十五年六月

台灣大都會地區改善空氣品質之 經濟效益評估與酸雨風險認知調查

委託單位：行政院環境保護署
研究單位：中華經濟研究院
中華民國八十五年六月

台灣大都會地區改善空氣品質之 經濟效益評估與酸雨風險認知調查

計畫主持人：錢玉蘭

協同主持人：蕭代基

研究人員：陳茲滢 王京明

柏雲昌 許志義

委託機關：行政院環境保護署

執行機關：中華經濟研究院能源與環境研究中心

委託單位：行政院環境保護署

研究單位：中華經濟研究院

中華民國八十五年六月

目 次

目次.....	i
表次.....	iii
圖次.....	vi
計畫中文摘要.....	vii
計畫英文摘要.....	x
第一章、緒論.....	1
第一節、研究動機與目的.....	1
第二節、研究方法與步驟.....	4
第三節、研究結構.....	6
第二章、臺灣地區空氣品質現況分析.....	7
第一節、空氣污染之定義與來源.....	7
第二節、臺灣地區空氣品質之歷年變化.....	13
第三節、臺灣地區空氣品質之民國 83 年曆月變化.....	16
第三章、假設估價之理論基礎與文獻回顧	19
第一節、空氣品質價格化的理論基礎.....	19
第二節、衡量改善空氣品質之經濟效益的方法.....	24
第三節、假設估價法之理論基礎.....	26
第四節、假設估價法之應用（調查問卷的要點）	27
第五節、文獻回顧與檢討.....	31

第四章、問卷調查與資料說明.....	40
第一節、問卷設計.....	41
第二節、問卷資料說明.....	45
第三節、樣本資料說明.....	48
第四節、酸雨風險認知.....	58
第五章、實證模型與計量方法.....	66
第一節、單界二分選擇模型.....	67
第二節、雙界二分選擇模型.....	74
第三節、存活模型.....	78
第六章、實證結果與分析	
第一節、實證模型的迴歸結果.....	82
第二節、個別經濟效益的估計.....	93
第三節、總體經濟效益的估計.....	110
第七章、結論.....	113
第一節、結論.....	113
第二節、本文限制與建議.....	118
參考文獻.....	119
附錄 A、焦點團體座談會議記錄.....	A-1
附錄 B、問卷與說明卡.....	B-1
附錄 C、十組起始金額.....	C-1
附表.....	D-1

表 次

表 1-1	八十五年度徵收之空氣污染防治費用途.....	2
表 2-1	空氣品質標準.....	8
表 2-2	空氣污染指標值(PSI)副指標值對照表	9
表 2-3	空氣污染指標值(PSI) 與健康影響之關係	9
表 2-4	主要污染物之特性及對人體之影響.....	11
表 2-5	空氣品質對人體健康造成的影響及限制.....	12
表 2-6	民國 84 年台北、台中、高雄地區空氣品質等級的天數比例.....	12
表 2-7	台灣地區民國 83 年空氣污染控制方案減量後各污染之排放量...13	
表 2-8	民國 73 年-84 年空氣污染指標值 (PSI) 百分組成.....	14
表 2-9	民國 78-83 年測站空氣品質標準未達成率之比較	15
表 2-10	台灣地區民國 84 年空氣污染濃度年平均統計表.....	16
表 2-11	台灣地區懸浮微粒污染程度分佈變化之測站數目統計.....	17
表 2-12	台灣地區落塵量污染程度分佈變化之測站數目統計.....	18
表 3-1	私有財之個人及總需求量.....	22
表 3-2	公共財之個人支付意願及總支付額.....	22
表 4-1	台北、台中及高雄都會區樣本鄉鎮市區說明.....	41
表 4-2	民國 83 年台北、台中及高雄地區不同能見度等級之天數.....	45
表 4-3	台北、台中及高雄地區受訪者在民國 84 年的基本資料.....	48
續表 4-3	台北、台中高雄地區受訪者在民國 84 年的基本資料.....	49
表 4-4	台北、台中及高雄地區居民在民國 83 年的基本資料.....	50
表 4-5	受訪者對空氣品質的滿意程度.....	52
表 4-6	都會地區空氣污染的來源.....	52
表 4-7	居住地區附近空氣污染的來源.....	53
表 4-8	空氣品質對能見度的影響.....	54
表 4-9	空氣品質對身體健康的影響.....	54
表 4-10	空氣品質對清潔次數及支出的影響.....	55

表 4-11	空氣品質對房屋建築及汽機車損壞速度的影響.....	56
表 4-12	受訪者對減輕空氣污染政策的看法.....	56
表 4-13	台北、台中及高雄都會區需要改善的環境污染問題.....	57
表 4-14	受訪者是否聽過酸雨及是否接受卡片訊息的人數比例.....	58
表 4-15	受訪者對酸雨問題嚴重程度的認知.....	59
表 4-16	台北受訪者對酸雨影響的認知.....	60
表 4-17	台中受訪者對酸雨影響的認知.....	61
表 4-18	高雄受訪者對酸雨影響的認知.....	62
表 4-19	受訪者對酸雨的忍受程度.....	62
表 4-20	酸雨對個人身體健康的影響	63
表 4-21	受訪者防範酸雨的措施.....	63
表 4-22	受訪者對臺灣酸雨來源的認知.....	64
表 4-23	與其他環保問題比較酸雨問題的重要性.....	64
表 4-24	與其他環保問題比較政府對酸雨問題的重視程度.....	65
表 6-1	實證模型中重要變數的名稱與定義.....	82
續表 6-1	實證模型中重要變數的名稱與定義.....	83
表 6-2	空氣品質改善之能見度效益的實證模型.....	86
表 6-3	空氣品質改善之健康效益的實證模型.....	88
表 6-4	空氣品質改善之清潔效益的實證模型.....	90
表 6-5	空氣品質改善之腐蝕效益的實證模型.....	92
表 6-6	改善一天空氣品質之能見度效益.....	94
表 6-7	能見度改善天數比率之經濟效益（能見度最差的天數改善為中等）..	94
表 6-8	能見度改善天數比率之經濟效益（能見度中等的天數改善為最好）..	95
表 6-9	各地區改善 1 公里能見度之邊際願付價值.....	96
表 6-10	能見度的實證模式.....	97
表 6-11	空氣品質改善與能見度改善的關係.....	98
表 6-12	空氣品質較現況改善之能見效益.....	99
表 6-13	改善一天空氣品質之健康效益.....	100

表 6-14 空氣品質改善天數比率之健康效益（空氣品質不良的天數改善為普通）.....	101
表 6-15 空氣品質改善天數比率之健康效益（空氣品質普通的天數改善為良好）.....	101
表 6-16 空氣品質較現況改善之健康效益.....	103
表 6-17 改善一天空氣品質之清潔效益.....	104
表 6-18 清潔時間與費用減少同比率時之清潔效益.....	105
表 6-19 清潔時間的實證模式.....	105
表 6-20 空氣品質較現況改善之清潔效益.....	106
表 6-21 改善一天空氣品質之腐蝕效益.....	108
表 6-22 空氣品質較現況改善之腐蝕效益.....	109
表 6-23 台北地區改善空氣品質全年個別經濟效益與總經濟效益.....	110
表 6-24 台中地區改善空氣品質全年個別經濟效益與總經濟效益.....	111
表 6-25 高雄地區改善空氣品質全年個別經濟效益與總經濟效益.....	111
表 6-26 民國 84 年底各地區的人口總數及 20 歲以上的人口數.....	111
附表 1 民國 84 年台灣地區各縣市落塵量之每月平均濃度.....	D-1
附表 2 民國 84 年台灣地區各縣市一氧化碳之每月平均濃度.....	D-2
附表 3 民國 84 年台灣地區各縣市二氧化硫之每月平均濃度.....	D-3
附表 4 民國 84 年台灣地區各縣市總懸浮微粒之每月平均濃度.....	D-4
附表 5 民國 84 年台灣地區各縣市懸浮粒之每月平均濃度.....	D-5
附表 6 民國 84 年台灣地區各縣市二氧化氮之每月平均濃度.....	D-6
附表 7 民國 84 年台灣地區各縣市臭氧之每月平均濃度.....	D-7

圖 次

圖 1-1	假設估價法之研究流程.....	5
圖 3-1	個人喊價曲線.....	21
圖 3-2	邊際效用遞減曲線.....	21
圖 3-3	私有財之個人需求曲線與總需求曲線.....	23
圖 3-4	公共財之個人需求曲線與總需求曲線.....	23

計畫中文摘要

台灣自光復以來，經濟發展迅速被譽為「經濟奇蹟」，但長期污染環境的結果也被譏為豬圈文化。近年來國人環保意識增強，對生活環境品質的要求也逐漸提高，而根據本研究問卷調查結果顯示，台北及高雄地區約有半數的受訪者表示不滿意居住環境的空氣品質，台中地區則近有三分之一的受訪者不滿意，同時大多數的受訪者亦認為空氣污染問題是目前最需要改善的環境問題，顯示空氣污染問題已普遍受到民眾的重視。

所幸政府有關單位自民國 84 年 7 月 1 日起，針對交通車輛及產業用戶隨油課徵空氣污染防治費（簡稱「空污費」），期望以經濟誘因的方式，誘導與鼓勵民眾能夠自發地改變其對各類油品之消費習慣，以期達到逐步改善空氣品質的最終目的。為使政策推行符合經濟效率的原則，極有必要衡量課徵空污費對民眾產生的成本與效益。空污費的大小即是改善空氣品質至某種程度的成本，若要知道空氣污染是否符合「經濟效率」，就必須了解一般民眾在此改善後之空氣品質下的經濟效益。

本研究利用假設估價法，評估台灣三大都會區—台北、台中、高雄地區改善空氣品質的經濟效益。本研究將改善空氣品質的效益分為四部份：能見度效益、健康效益、清潔效益、減少建築物及車輛腐蝕效益。由於實證模型發現不同起價金額會影響受訪者的願付價值，因此本文估計的經濟效益係採消除起價偏誤後的估計結果。

在能見度效益的模型中，年齡愈大或平均每天待在室外的時間愈長的受訪者，願付金額愈低；反之，教育程度及個人所得愈高、有工作、到戶外旅遊的次數愈多、常暴露在污染環境中及採取較多避免空氣污染損害措施的受訪者，則會願意負較多的金額改善空氣品質。而實證結果亦符合消費者邊際效用遞減的理論，即當空氣品質改善的水準愈高，消費者增加的效用會逐漸減少，因此願付的邊際價格也會愈低。

在健康效益的模型中，我們加入一些代表個人身體健康狀況的特徵變數，包括眼睛不舒服、呼調問題、頭痛、心臟血管疾病、氣喘及皮膚問題等。實證結果顯示，呼吸道愈不健康的受訪者，願付金額愈高，而愈常發生頭痛等症狀及皮膚問題的受訪者，願付金額則愈低。一般認為與空氣污染關係密切的氣喘及眼睛不舒服等症狀，反而不是顯著影響願付價值的重要因素，可能是樣本數不夠多或變數處理不適當所造成。

在健康效益這部份，不同地區的受訪者對改善空氣品質的願付金額有明顯的差異。當其他條件不變時，台北地區受訪者願付金額最高，台中次之，高雄地則最低。另外空氣品質改善的程度不同，也會影響受訪者的願付金額，如空氣品質不良的天數全部改善為普通，受訪者願付金額，會比當空氣品質普通的天數全部改善為良好的情況下高。此亦符合理論的預期，即健康的邊際效益遞減。

在清潔模式的效益中，教育程度愈高、家庭所得愈高、有工作、每個月家庭清潔材料花費愈高、或本身負責家庭管理的受訪者，願意付較高的金額改善品質；全家的清潔時間及洗衣時間在此模型中並不顯著影響願付價值，可能是由於部份受訪者本身並不是家庭中主要負責的清掃人員所致。地區別虛擬變數在這個模型中亦相當顯著，表示三大都會區的受訪者，對於改善空氣品質的所獲得的清潔效益有顯著不同。當其他條件不變時，高雄地區的受訪者願付金額最高，台中地區次之，台北地區再次之。

在減少建築物及車輛腐蝕效益的模型中，教育程度愈高、家庭所得愈高、到戶外旅遊的次數愈多、有工作、或居住環境經常暴露於污染環境中的受訪者、每年花在清潔汽機車外表的時間愈多、或花費在維修建築物外表的費用愈高的受訪者，願付金額愈高；而每年花費在維修及清潔汽機車外表的費用愈高者，願付的金額則愈低。地區別虛擬變數在這個模型中均不顯著，表示三個地區的受訪者在腐蝕效益這部份的願付價值並沒有顯著差異。

研究結果顯示，台北地區的民眾因空氣品質改善所獲得之個別經濟效益以

清潔效益最大，健康效益次之，在其次為避免腐蝕效益，能見度效益則最低。台中地區與高雄地區的民眾因空氣品質改善所獲得的個別經濟效益同樣以清潔效益最大，其次為健康效益，至於能見度效益與避免腐蝕效益何者較大，則是空氣品質改善的程度而定。當空氣改善的程度較小時，能見度效益大於避免腐蝕效益；但當空氣品質改善的程度較大時，則反之。

空污費逾85年徵收總額約69億三千多萬元，預計由工廠徵收三十九億五千餘萬元（57%），由車輛徵收二十九億八千餘元（43%）；而各縣市執行共同性計畫之預期成果為削減各項污染物排放量20%（TSP：25%，Sox：18%，Nox：22%，CH：20%）。根據本研究估計，當空氣品質較現況改善20%時，台北地區的總效益為八十四億兩千七百萬元，台中地區為二十八億七千四百萬元，高雄地區為六十億五千七百萬元，合計約為一百一十四億七一百萬元。

因此，如果六十九億之空污費真能達到削減各項空氣污染物之預期執行率20%，則民眾所得的效益將遠大於其成本。而且此三大都會區的人口數約只佔全台灣地區總人口數之一半，因此估計全台灣地區民眾因空氣品質改善所獲得之經濟效益將更大。那麼，在效益遠小於成本的情況下，社會最適空氣污染防治率應大於目前空污費之預期執行率20%。

此研究結果亦可說明：在未來空污費徵收金額增多，而且空氣污染物削減率較高時，社會應可得到較大之福利水準。

計畫英文摘要

Measuring the Economic Benefits of Air Quality Improvement and investigating the Risk Attitude towards Acid Rain in Taiwan's Metropolitan Area

As the economy continues to develop, people in Taiwan are demanding a better living environment. In order to improve air quality, the Environment protection Agency (EPA) has established ambient and emission standards to regulate the emission levels of both stationary and mobile sources of pollution. In addition, since July 1995, the EPA requires all vehicles and industrial plants to pay an "air pollution control fee"(APCF) whenever they buy different kinds of fuel oil. The EPA plans to use economic incentive to change people's consumption of fuel oil, and the fee collected will be allocated to activities which improve air quality.

Some people still question the reasonableness of the APCF, especially the overall objective of APCF, and the way and amount of APCF collected. Some even question the effectiveness of the APCF. All of these doubt pose obstacles to the smooth implementation of the APCF policy. In order to implement the APCF policy efficiently, it is crucial to evaluate the benefits and costs of the policy.

The purpose of this research is use the contingent valuation method to estimate people's economic benefits gained from improving air quality in Taiwan's metropolitan areas, including Taipei, Taichung, and Kaoshiung. The economic benefits contain four parts: visibility benefit, cleanness benefit of decreasing building's erosions. Also, the general public's attitude and knowledge toward acid rain will be investigated. The results of this research will provide some insights on the APCF policy.

In the visibility benefit model, people tend to pay less to improve air quality if they are older or, on average, participate more outdoor activities. In contrast, those who work, have higher income and education level, and frequently exposed to the polluted environments are willing to pay more to improve air quality. Besides, the empirical study shows that people's attitude to the theory of decreasing marginal utility of visibility.

As to the health benefit model, symptoms such as eye irritation, asthma, headache, respiration problems, cardiovascular disease, and skin problems are considered. The empirical result shows that people with troubled respiration system pay higher WTP, but people with headache-related problems pay smaller WTP. On the contrary, asthma and eye irritation that are normally believed to be related to air pollution actually do not affect people's WTP.

Moreover, when other factors remain unchanged, people from Taipei pay the greatest WTP, then Taichung, and the least is Kaoshiung. Other than that, different level of air quality improvement also affects people's WTP; this conforms to the theory of decreasing marginal utility of air quality.

In the cleanness benefit model, people have better education, work, spend more money on cleaning, are in charge of cleaning the house pay higher WTP, but time spent on doing such does not affect their WTP. This may be due to the reason that interviewees are not necessarily the ones who are responsible for household cleaning and laundry. Since area dummy variables are very significantly in this model, people of the three metropolitan areas gain different cleaning benefit. While other factors remain unchanged, people from Kaoshiung have the greatest WTP, followed by Taichung and Taipei.

In the model of benefit of decreasing erosions, people work, have better education and higher income, spend more time in the outdoors pay higher WTP, This is also true for those who themselves spend more time on caring or repairing automobiles and building. In contrast, people who pay more money to have their automobiles washed pay less WTP. Moreover, people are WTP for the erosions benefit does not vary significantly among the three metropolitan areas.

The project shows the three metropolitan areas receive different levels in the four economic benefits by improving air quality. According from greatest to least, Taipei receives cleanness benefit, health benefit, benefit of decreasing erosions, and visibility benefit. Taichung and Kaoshiung also benefit the greatest in cleanness and then health. As for the level of benefit in decreasing erosions and visibility, it depends on the level of air quality improvement. When improvement is small, the visibility benefit is greater than benefit of decreasing erosions, and vice versa.

In the year of 1996, 6 billion 930 million NT dollars of APCF has been collected. The pollutant emission amount also decreases by 20% (TSP: 25%, Sox: 18%, Nox: 22%, CH: 20%). According to this project's estimation, when present air quality improve 20%, the total benefits amount to 17 billion 358 million NT dollars. If only considering the considering the economic benefit for people over 20 years old, the total benefits amount to 11 billion 471 million NT dollars. Therefore, if that 6 billion 930 million NT dollars APCF can reach the goal of 20% air quality improvement, the public social benefits will far exceed the costs.

The population of the three metropolitan areas is only half of entire population in Taiwan. Thus, if the economic benefit estimation takes in the entire Taiwan area, the public social benefit will even be greater. IN this case, the social optimum level for air quality improvement should be greater than the anticipated 20%.

第一章 緒論

第一節 研究動機與目的

過去 40 年來，台灣地區經濟快速發展，國民所得大幅提高，為其他開發中國家所欽羨。然而，台灣在經濟發展的過程中卻也嚴重破壞本土的資源體系與環境品質，其中以空氣品質惡化的影響層面及人口數量尤為廣泛。空氣污染的來源主要可區分為固定污染源及移動污染源。前者如交通運輸車輛所排放的廢氣，後者如發電廠或一般工廠所排放的硫氧化物、氮氧化物及其他污染物。根據行政院環保署統計，民國 82 年台灣地區空氣品質不良之天數約有 30 天，較一般先進國家為嚴重。政府有關單位鑑於近年來台灣地區空氣污染情況日益惡化，除了規定各類空氣污染源排放標準之行政措施外，並逐年加嚴排放管制標準，期能逐步改善空氣品質。另外一項重要的經濟誘因錯失即是自民國 84 年 7 月 1 日起針對交通及產業用戶隨油課徵空氣污染方防制費（以下簡稱「空污費」）。

目前空污費的課徵標準是依據每公升各類油品課徵一定數額的費用。其中，民眾加油時，無鉛汽油及高級柴油每公升課徵 0.2 元，高級汽油課徵 0.4 元的空污費；產業界則在購買燃料油課徵每公秉 150 元，燃煤每公噸 170 元。共計民眾課徵的費用為 29.8 億元；產業界則課徵 39.5 億元。再總計 69 億元的空污費中，環保署預計花費 25.4 億元補助地方執行空氣品質改善維護工作、20 億元補助地方興建環保公園，淨化各地的空氣、14.4 億元於管制固定與移動污染源、其他預算支出按功能別詳如表一。明年起，環保署也將針對營建工程開徵空污費。未來工廠也將按照實際排放量開徵。環保署開徵空污費是因為在行政管制（如訂定環保標準、加強稽查）後，希望以經濟誘因來使業者改善污染。現皆段的開徵是依硫氧化物的排放徵收，未來如果加上氮氧化物、懸浮微粒等污染物，金額將更龐大。

表 1-1 八十五年度徵收之空氣污染防治費用途

工作項目	金額（億元）	比例（%）
補助地方執行空氣品質改善維護計畫	25.4	37.1
固定污染源管制	6.1	8.92
移動污染源管制	8.3	12.2
推動空氣污染相關國際環保工作	0.7	1.02
學童呼吸系統健康檢查	3.0	4.4
推動都會綠地及闢建環保公園	20.0	29.2
研究及規劃	1.1	1.6
空氣品質監測及資料庫更新、維護	0.6	0.9
宣導及徵收作業	3.1	4.66
合 計	68.3	100

資料來源：行政院環保署

就經濟誘因而言，課徵空污費確實可以達成紓緩（mitigation）及適應（adaptation）空氣污染的效果。就前者而言，空污費部份將用於鼓勵移動及固定污染減少量（約 14.4 億）。具體言之，環保署將補助全國現有的十萬兩千多輛計程車汰換或改裝成污染量較少的液化石油氣車（LPG 車）。以汰換而言，凡是報廢原營業汽油車，新購一輛液化石油車，每輛補助新台幣五萬元；繳銷原營業汽油車，新購一輛液化石油車，每輛補助新台幣二萬五千元。至於營業汽油車變更為石油汽油車，若原車符合民國 79 年 7 月 1 日起施行之「交通工具空氣污染物排放標準」第三條之車型，可獲補助二萬五千元，其他營業汽油車輛獲補助二萬元。並將補助改裝車三年產品責任險全額，估計每輛車補助一千五百元。至於工廠類的固定污染方面，未來凡是污染源削減硫氧化物排放量達百分之六十以上，且其實際排放量較標準四分之三圍低者，將可獲減徵空污費的優待，補助金額將其實際減少的比例而定。

至於適應（adaptation）之措施而言，環保署將以空污費支應各地方政府於都會區邊緣規劃設置大面積之空氣品質淨化區，每年增加 150~200 公頃綠地建設，十年內可增加較大型綠地 2,000~3,000 公頃，預計增加都市綠敷率 50%。每年可移植喬木 10 萬株及灌木 30 萬株，培育原生綠化苗木 100 萬株，估計每年吸收 CO₂ 4,000 噸，放出 O₂ 3,500 噸，葉片沈積浮塵 65,000 噸，可增加緩衝綠地。

綜上所述，課徵空污費可謂符合「污染者付費」原則。惟依據環境經濟理論，最適水準的空污費課徵應該設在空氣污染損害的邊際成本等於空污費的邊際稅額。前者代表空氣品質改善的經濟效益，後者代表空氣污染的社會成本。目前，部份輿論及民眾對課徵空污費仍存有若干質疑，主要即針對空污費課徵的額度、隨油課徵的方式、以及課徵的對象有不同的意見。而這些爭議的焦點在於究竟課污費可以改善空氣品質至何種程度？同時其改善空氣品質的經濟效益為何？若課徵空污費改善空氣品質的經濟效益大於課徵空污費的數額，當然政府此一環保政策，就經濟分析的角度而，值得認同。反之，則有必要針對空污費的課徵標準及其課徵方式加以檢討修正。

緣此，本研究計畫之目的即在於了解台灣大都會地區民眾對酸雨沈降風險之認知情形，並且評估改善空氣品質的經濟效益，藉此分析結果作為政府有關單位制訂空污費政策之參考依據。

此項研究成果可以提供環保署日後對各項改善空氣品質相關計畫的經濟效益資料。例如：在課徵空污費的政策下，有 A、B 兩項計畫，預計可改善空氣品質不同之程度，改善少的成本小，改善多的成本高；若有本研究經濟面的資料，則可估算 A、B 兩計畫之境效益，而後選擇淨效益最大之計畫。

第二節 研究方法與步驟

估算台灣地區改善空氣品質之經濟效益，必須蒐集多方面的資料，並配合經濟理論與計量方法，經濟理論與計量方法，才可竟成。其研究流程參見圖 1-1。

- 1.整理各級政府、學術機關及民間團體的初級與次級資料，以了解台灣現階段之空氣品質概況。
- 2.設計問卷調查台灣大都會地區居民對於現階段空氣品質之滿意程度，詢問當空氣品質改善至不同水準時，居民自願支付之最大金額為何？並詢問各受訪者之個體特性變數，如年齡、教育水準、居住地區、是否參與任何環保團體或賞鳥協會、是否喜愛戶外旅遊活動，以及相關之經濟變數，如工作種類、工作時數、薪資所得、擁有機動車數量、是否經營工廠等。問卷中亦詢問民眾有關對酸雨之風險認知及態度的問題。
- 3.利用分層隨機抽樣的方法，以親自面訪的方式調查台灣各大都會地區居民，共完成有效樣本 938 戶。
- 4.進行焦點團提訪問，改善問卷設計。
- 5.進行試訪工作，根據試訪結果，做問卷設計之最後改善。
- 6.運用統計與計量經濟的方法分析資料，以了解影響人民對改善空氣品質願付金額的主要因素，以及估算各地區別之不同群體之平均願付金額。進而加權彙整資料後估算台灣大都會地區改善空氣品質之總經濟效益。
- 7.利用推估之計量模型，模擬空氣品質在不同改善程度下的經濟效益。
- 8.運用統計方法分析大都會地區之民眾對酸雨的風險認知及態度。

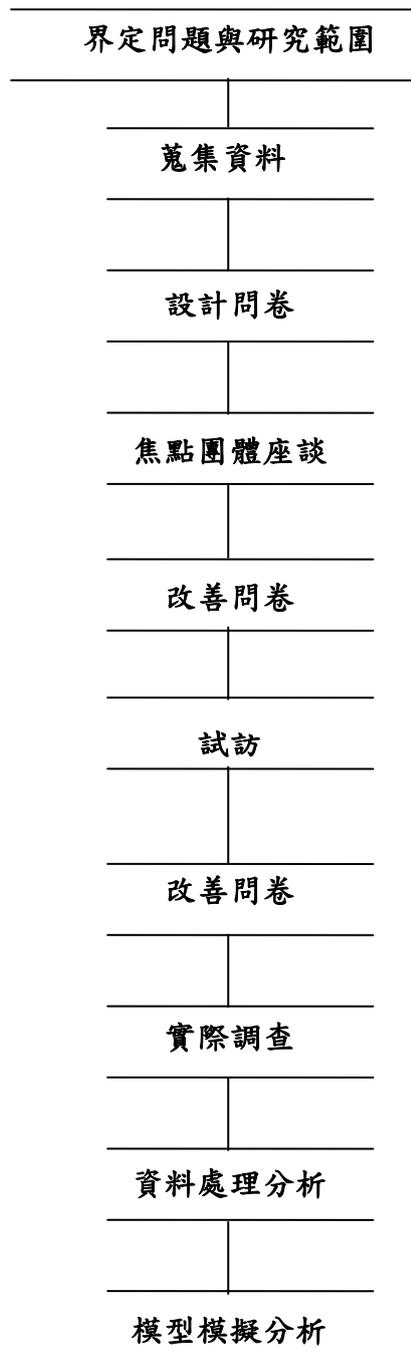


圖 1-1 假設估價法之研究流程

第三節 研究結構

本研究大致分為五個階段進行：1.首先收集整理國內外有關假設估價法（CVM）的文獻資料。2.了解台灣現階段之品質概況。3.設計 CVM 的問卷，進行調查台灣三大都會地區（台北、台中、高雄）民眾對改善空氣品質之願付價值及其對酸雨沈降的風險認知情形。4.利用統計與經濟計量的方法，推估台灣大都會地區各地區別之民眾因空氣品質改善而獲得的經濟效益。5.利用推估之計量模型，模擬在不同空氣品質下的經濟效益。

全文共分七章。除第一章緒論外，第二章主要說明空氣污染之定義與危害，並以歷年空氣品質監測站的資料，分析台灣地區品質的現況，以了解現階段台灣各地區之空氣污染的來源、空氣品質的現況、以及空氣品質變化的趨勢。

第三章則針對空氣品質為公共財的特性，說明空氣品質價格之理論基礎，以及衡量改善空氣品質之經濟效益的主要方法。另外，對於近年經濟文獻常用來衡量環境財效益的「假設估價法」之理論發展與應用亦做了詳盡說明。

第四章為問卷調查與資料說明，首先介紹問卷的設計過程，包括焦點團體座談和試訪結果的陳述；其次說明樣本資料，包括能見度等級設計、空氣品質等級設計、與問卷中起始願付金額的決定；之後說明樣本資料，內容包括受訪者的基本資料和其對空氣品質的態度、認知等。

第五章為實證模型與計量方法，將 CVM 方法常用的單界二分選擇模型、雙界二分選擇模型及存活模型做一簡要的介紹。

第六章則分別推估個別經濟效益的模型，包括能見度效益模型、健康效益模型、清潔效益模型、及減少建築物與車輛腐蝕效益模型。之後，根據推估之各模型，分別估算台北、台中、高雄地區之民眾因空氣品質改善所獲得四種個別經濟效益。最後加總各地區之個別經濟效益而推估出總經濟效益。

第七章則對本研究之研究結果加以總結與討論。另外，並說明本研究之模型限制，有助於日後欲參考本文研究結果者不致引用失誤。最後，亦對日後欲研究此相關課題者提出一些建議。

第二章 臺灣地區空氣品質現況分析

評估改善空氣品質的經濟效益前，有必要對臺灣地區目前空氣品質的現況加以了解。因此本章一開始將說明空氣污染之定義及其害危，其次以我國空氣品質標準及歷年空氣品質狀況，說明當前面臨的問題，最後利用檢定方法檢定污染物濃度與年度間的相關性。

第一節 空氣污染之定義及其危害

一、空氣污染之定義與來源

美國醫學會之工業會議定義空氣污染為「大氣中存在之過剩物質對個人福祉造成不利影響，或對財產造成物質損害之大氣狀態」；美國工程師聯合協會則定義為「室外空氣所含一種或多種污染物質，例如落塵、薰煙、氣體、靄、煙霧或蒸汽等，其存在的量在性質與時間上，足以傷及人類、動物和植物的生命，造成財產損失或無理干擾舒適的生活環境」【黃正義等，1977】；世界衛生組織則稱空氣污染為「以人為的方法將污染物質散播在戶外空氣中，而其污染物質之濃度及持續時間，使某一地區之居民中有多數人引起不適之感，或危害廣大地區之公共衛生，並且妨害人類與動植物之生活」【楊肇正，1986】；而我國空氣污染仿製法則將空氣污染物定義為「空氣中足以直接或間接妨害國民健康或生活環境之物質」。綜合上述定義可知，人為排入空氣之物質，當其濃度、性質及持續時間超過自然的淨化能力，以致足以危害人類或動植物生命健康、或造成財產損失、或干擾生活環境時，即稱之空氣污染。

空氣污染的來源依製造者不同可區分為人為活動與自然活動(如字染界的火山爆發或動植物的生產消費活動) 兩種。目前人類活動是主要的污染來源，這些活動包括能源使用、工廠生產、工程營建及廢棄物處理等。而微微的空氣污染物依污染來源在細分為固定污染源及移動污染源兩種；前者如工廠的定點排放，如火力發電廠會排放二氧化硫、懸浮微粒、氮氧化物及一氧化碳，後者如車輛排放廢氣。

二、主要空氣污染物的種類

空氣污染物依其性質可分為氣狀污染物、粒狀污染物、二次污染物、惡臭物質、有機溶劑蒸汽、塑像膠爭氣、石綿等七大類。由於空氣污染種類繁多，本文僅就目前環保署之空氣品質監測站所監測的主要污染物項目加以詳細說明。目前我國空氣品質監測站可分為設置於人口密集及可能發生高污染地區之「一般空氣品質監測站」、交通流量頻繁地區之「交通空氣品質監測站」、工業區盛行風下風區之「工業空氣品質監測站」、國家公園空氣品質監測站及設置於無人為污染地區盛行風上風區之「背景監測站」等五種。

空氣品質監測站所監測的項目除氣象資料外，在 狀污染方面有總懸浮微粒（TSP）、懸浮微粒（PM10）、落塵及鉛（Pb）等。其中PM10 乃是指粒徑小於或等於 10 微米之懸浮微粒，較易吸入呼吸道及胸腔，故對人體健康的危害比TPS嚴重。在氣狀污染物方面有二氧化硫（SO₂）、二氧化氮（NO₂）、一氧化碳（CO）、臭氧（O₃）及非甲烷碳經化合物等污染物。環保署目前已對TSP、PM10、SO₂、NO₂、CO、O₃和Pb等污染物訂定空氣品質標準（見表 2-1），以不同時間區段為計算標準，規定該污染物在室外中之濃度限值。

表 2-1 空氣品質標準

污染物	小時 平均值	8 小時 平均值	24 小時值	日 平均值	月 平均值	年 平均值	年幾何 平均值
TSP($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	-	-	250	-	-	-	130
PM10($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	-	-	-	125	-	65	-
SO ₂ (ppm)	0.25	-	-	0.1	-	0.03	-
NO ₂ (ppm)	0.25	-	-	-	-	0.05	-
CO (ppm)	35	9	-	-	-	-	-
O ₃ (ppm)	0.12	0.06	-	-	-	-	-
Pb($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	-	-	-	-	1	-	-

資料來源：行政院環境保署

1.TSP=總懸浮微粒,PM10=懸浮微粒,SO₂=二氧化硫,NO₂=二氧化氮,CO=一氧化碳, O₃=臭氧,Pb=鉛。

2.小時平均值：係指一小時內各測值之算數平均數。

3.8 小時平均值：係指連續 8 小時之小時平均值之算術平均值。

4.日平均值：係指一日內各小時平均值之算術平均值。

5.24 小時值：係指連續採樣 24 小時所得之樣本，經分析後所得之值。

6. 月（年）平均值：係指全月（年）中各日平均值之算術平均值。

7.年幾何平均值：係指全年中各 24 小時值之幾何平均值。

8. $\mu\text{g}/\text{m}^3$ =微克/立方公尺,ppm=體積濃度百萬分之一。

環保署將各測站每日空氣中的懸浮微粒、二氧化硫、二氧化氮、一氧化碳及臭氧等污染物的濃度測值,依據表 2-2 換算成「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」(pollutant standards Index ;PSI)。副指標值即為去除濃度單位後的標準化指標值,可用以比較不同污染物的嚴重程度,所以當日之 PSI 值即代表不分污染物之最大污染程度。

表 2-2 空氣污染指標值 (PSI) 副指標值對照表

PSI value	24-Hr PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	24-Hr SO ₂ (ppm)	8-Hr CO (PPM)	1-Hr O ₃ (PPM)	1-Hr NO ₂ (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

根據 PSI 指標值可將空氣品質對健康的影響分為五個標準,由表 2-3 可之當指標值大於 100 以上時,將對健康有不良之影響,對照表 2-2 可看出當懸浮微粒及二氧化硫的 24 小時暴露濃度分別大於 $150\mu\text{g}/\text{m}^3$ 及 $0.14\mu\text{ppm}$, 一氧化碳及臭氧的一小時暴露濃度分別大於 9ppm 及 0.12ppm 時將對身體有不良影響。另外由表 2-1 可知,目前我國的空氣品質標準,對懸浮微粒及二氧化硫部份採取較嚴格之規定,其他品質標準則處於對身體有不良影響之臨界值。

表 2-3 空氣污染指標 (PSI) 與健康之關係

空 氣 污 染 指 標					
範圍	0 -50	51-100	101-199	200-299	299 以上
程度	良好 (good)	中等 (moderate)	不良 (unhealthful)	極不良 (very unhealthful)	有害 (hazardous)

資料來源：環境保護署

三、空氣污染物的危害

空氣污染的影響範圍可分為局部性、地區性、廣域性及全球性四種。如二氧化碳的排放,造成溫室效應使全球氣溫提高,及氟氯化物的破壞臭氧等均為全球性之影響;而在工廠附近或城市中,如鎘、鉛、汞、氟化物及石棉等具潛在危害的化學物質或惡臭,其範圍則是局部性的。

至於空氣污染所造成的損害，可由其對氣候、物質、動植物及人體健康等方面來探討，但空氣污染物與其所造成得損害之間並非單純的相互對應關係，各種污染物往往會隨者不同的氣候條件，如氣溫、濕度及風速等，配合空氣污染的濃度及暴露時間，而產生不同的影響效果；且由於空氣污染物種類繁多，隨地區、時間及標準的不同，而有不同的研究重點，欲研究所有污染物的影響有其困難，考量資料取得的限制，本文僅依相關文獻的實證研究及臨床實驗的結果作概略的說明。

首先在空氣污染物對氣候的損害方面，空氣污染誤會散射、吸收光線，降低照明度而降低能見度，另外高量懸浮微粒將影響夜間地表幅射冷卻效率，使氣候及溫度改變，形成溫室效應。其次對物質損害方面，光化學煙霧中的臭氧能使橡皮龜裂，染料褪色；硫化物會使金屬腐蝕、建築物侵蝕；而煙塵粒狀物質則會弄髒衣服、車輛及房屋油漆等，且當其與硫氧化物共存時則會加速其腐蝕作用。而在對植物損害方面，依據台灣省農林廳歷年空氣污染為害農作物實況調查資料顯示二氧化硫及氟化物為台灣地區目前最主要兩種為害水稻之空氣污染物，另外煙霧等污染物亦對植物造成損害，其損害可分為急性傷害、慢性傷害及不可見的生長遲緩、產量減少或早衰等，【傅祖壇，1993】。

而空氣污染對人體健康的影響，會隨者氣候條件、空氣污染物濃度及暴露時間不同，而有不同的影響效果，只有當其中超過某一臨界值時，才會對人體產生危害。由行政院環境保護署「台灣地區空氣污染對人體健康影響之流行病學研究」計畫子提（一）整理可得知如表 2-4，當各污染物超過其不良反應最低濃度，一氧化碳將對人體心血管、神經行為產生不良效應，二氧化氮、二氧化硫及粒狀物則對呼吸道及肺功能有影響，而鉛則會造成貧血及運動機能失調等問題。空氣污染物侵入人體一般經由氣道、皮膚及口腔等三途徑，以吸入氣道為主要，當吸入之氣體或污染物的濃度太高或毒性太強時，均足以使呼吸器官內正常防禦功能及清除功能喪失或降低，而造成對人體的一連串傷害。主要空氣污染物的特性及對人體之危害整理歸納於表 2-4。

表 2-4 主要污染物之特性及對人體之影響

污染物	CO	NO ₂	SO ₂ 及粒狀物	O ₃	Pb
特性	1.無色、無味、無臭（但高濃度時有點臭味） 2.易與血紅素結合	NO ₂ ：為具刺激性紅橘色氣體，即令人窒息的味道 NO：無色無味	具刺激臭味之無色氣體易溶於水及引起酸雨	無色，有臭味，化學活性高，在液體及固體介質中的半衰期相當短	銀灰色柔軟金屬，用於汽油中以防震，但不易發揮
來源	1.碳物質不完全燃燒 2.工業製成及生物生長過程	1.NO氧化成NO ₂ 2.燃料的燃燒及汽機車排放物、硝酸的製造及焊接過程亦會產生	1.SO ₂ ：火山、使用化石燃料 2.SO ₂ +O ₂ +H ₂ O→SO ₃ 即酸霧 3.懸浮微粒：火山、沙塵暴及電力工廠、工業制程、家戶燃煤	陽光照射與NO ₂ 作用而形成	1.汽機車使用之有鉛汽油（80%~90%） 2.採鉛礦及融煉之過程 3.油漆、橡膠
大自然濃度	0.23mg/m ³	0.4~9.4 μg/m ³	<5 μg/m ³		
轉換因子	1ppm= 1.145mg/m ³	1ppm= 1880 μg/m ³	1ppm= 2860 μg/m ³	1ppm= 2 μg/m ³	
暴露途徑	吸入	吸入	吸入		空氣、飲水、食物
不良反應最低濃度及暴露標準	一氧化碳血紅素濃度： <2% 暴露標準： 60mg/m ³ (hr) 30(min) 30mg/m ³ (1hr) 10mg/m ³ (8hr)	暴露標準： 400 μg/m ³ (1hr) 150 μg/m ³ (24hr)	SO ₂ 暴露標準： 500 μg/m ³ <10min 350 μg/m ³ <1hr 酸霧：目前以H ₂ SO ₄ 及相等酸度的霧狀物濃度10 μg/m ³ 作為預警值	不良反映最低濃度： 160~400 μg/m ³ (1hr) 100~120 μg/m ³ (8hr)	血中鉛： 0.2 μg/m ³ 空氣中鉛： <1 μg/m ³
健康影響	1.心血管效應 2.神經行為效應 3.血纖維原溶解 4.週產期效應 5.缺氧現象引起腦、心、靜脈血管壁等功能缺陷	1.對呼吸道有影響 2.短期暴露：肺功能下降 3.長期暴露：產生多血質病於肺部、脾、肝及血液中	1.SO ₂ ：支氣管收縮及氣管炎 2.酸霧：支氣管黏膜纖毛的清除沈澱顆粒能力減緩 3.增加呼吸道及疾病	1.短期暴露：眼睛、鼻子、咽喉刺激，增加呼吸器官疾病 2.暴露於 240 μg/m ³ 32.5 小時，有費功能下降趨勢	1.血液系統：貧血為慢性鉛中毒常有之症狀 2.神經系統：由運動機能失調至昏迷 3.其它：危害血紅素合成、腎臟、生殖、心血管及免疫系統

資料來源：台灣地區空氣污染對人體健康影響之流行病研究子題（一）空氣污染對人體健康影響之資料建立，行政院環境保護署，1990。

表2-5是敘述在PSI指標下，不同空氣品質等級對人體造成的影響及限制。當空氣品質指標為「不良」等級時，將會影響一些人，產生眼睛不舒服及呼吸問題等症狀。若空氣品質到了「極不良」的情況，則大多數人都會受到影響，除了前面的兩種症狀外，還會有頭痛、咳嗽及身體靈活度減弱等現象。若空氣品質到了「有害」的情況，幾乎所有的人都將受影響，而且甚至導致過早死於疾病。

表 2-5 空氣品質對人體健康造成的影響及限制

空氣品質等級	健康影響	人體限制
良好	無	無
普通	眼睛不舒服	影響少數人
不良	眼睛不舒服 呼吸問題	影響一些人
極不良	眼睛不舒服 呼吸問題 咳嗽、頭痛 身體靈活度減低	影響大多數人 小孩、老人即有呼吸道和心臟疾病的人 應待在室內，並減少身體活動
有害	眼睛不舒服 呼吸問題 咳嗽、頭痛 身體靈活度減低 反胃 可能過早死於疾病	幾乎影響所有人 小孩、老人即有呼吸道和心臟疾病的人 應待在室內，並減少身體活動 一般人亦應避免戶外活動

資料來源：Loehman,E.T.,S.Park and D.”Willingness to pay for Gains and Losses in Visibility a and Health,”Land Economics, 70(4),pp:496,1994.

根據民國 84 年環保署空氣品質監測站的資料，將台北、台中、高雄地區，在 PSI 指標下空氣品質各等級的天數及百分比整理如表 2-6。台北地區平均有 14 天空氣品質等級為「不良」，台中有 10 天，高雄則有 55 天。

表 2-6 民國 84 年台北、台中、高雄地區空氣品質等級的天數比例
單位：天（%）

	台北地區	台中地區	高雄地區
良好	176 (48%)	115 (31%)	78 (21%)
普通	175 (48%)	240 (66%)	232 (64%)
不良	14 (4%)	10 (3%)	55(15%)
極不良	0	0	0
有害	0	0	0

資料來源：本研究計算。

第二節 台灣地區空氣品質之歷年變化

依據環保署「北、中、南、空氣空氣污染排放物總量調查及減量規定」專案計畫，可知在民國 83 年空氣污染控制方案減量後，各類污染物的主要來源如表 2-7。其中硫氧化物最主要的污染源為燃料燃燒，佔總排放量的 74.16%；總懸浮微粒及懸浮微粒則以工業製成為主要的污染源，分別佔總排放量之 69.26% 及 51.83；氮氧化物最主要的污染源為公路運輸（46.73%），其次為燃料燃燒（35.75%），總碳氫化合物及非甲烷碳氫化合物主要的污染源為工業制程和公路運輸；一氧化碳及鉛最主要的污染源皆為公路運輸。

表 2-7 台灣地區民國 83 年空氣污染防治控制方案減量後各污染原計排放量

單位：公噸/年，（%）

污染源種類	SO _x	TSP	PM10	NO _x	THC	NMHC	CO	Pb
自然成長排放量	643,049	1,226,165	616,923	489,487	1,394,248	1,327,335	2,914,947	873
控制方案削減後之總排放量	410,142 (100)	706,652 (100)	324,335 (100)	415,427 (100)	1,105,813 (100)	1,064,849 (100)	2,051,343 (100)	434 (100)
燃料燃燒	304,146 (74.16)	29,636 (4.19)	16,389 (5.05)	148,541 (35.75)	3,841 (0.35)	2,597 (0.24)	18,880 (0.92)	10 (2.30)
非燃料燃燒	318 (0.08)	35,860 (5.07)	35,379 (10.91)	3,559 (0.86)	41,102 (3.72)	38,481 (3.61)	292,894 (0.92)	8 (1.84)
工業製程	81,793 (19.94)	489,433 (69.26)	168,106 (51.83)	63,715 (15.34)	395,739 (35.79)	382,210 (35.99)	62,533 (3.05)	81 (18.66)
逸散性顆粒狀物	0 (0.00)	100,961 (14.29)	54,746 (16.88)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
逸散性 碳氫化合物	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	271,809 (24.58)	271,668 (25.51)	0 (0.00)	0 (0.00)
公路運輸	21,258 (5.18)	50,151 (7.10)	49,132 (15.15)	194,122 (46.73)	395,377 (35.75)	367,964 (34.56)	1,672,055 (81.51)	331 (76.27)
非公路運輸	2,624 (0.64)	613 (0.09)	587 (0.18)	5,491 (1.32)	935 (0.08)	931 (0.09)	4,979 (0.24)	0 (0.00)

資料來源：中華民國台灣地區環境資訊，行政院環境保護署，84 年版。

說明：SO_x=硫氧化物，TSP=總懸浮微粒，PM10=懸浮微粒，Nox=氮氧化物，THC=總碳氫化合物，NMHC=非甲烷碳氫化合物，CO=一氧化碳，Pb=鉛。

台灣地區歷年的空氣污染程度，可根據 PSI 指標和測站空氣品質標準未達成率來分析。首先表 2-8 為民國 73 年至 84 年間 PSI 指標值的變化趨勢。由 PSI 大於 100 的日數佔測定日樓之比率來看，可知民國 73 年至 84 年間空氣品質有惡化的趨勢，而至民國 81 年級 82 年間則有減緩的趨勢，民國 83 年以後由於測站由原有之 19 站增加至 66 站，使得總測定數目約為 82 年的 5 倍，產稀釋效果，而無法判定其變化情形。但比較 83 年至 84 年的資料可以看出，各個 PSI 區間的測定日數比例變化並不大，84 年空氣品質為良好的「日數」較 83 年增加 2.7，空氣品質為「普通」及「不良」的日數則分別減少 1.6% 及 1.1，顯示近一年來空

氣污染的情況略有改善。

另外由 PSI>100 的日數中各指數污染物之百分組成，可看出歷年來空氣品質對人體健康產生不良影響之日數，主要是懸浮微粒所造成，其次「為一氧化碳及臭氧。

表 2-8 民國 73 年至 84 年空氣污染指標值 (PSI) 百分組成

年	測定數目	PSI 值各區間日數佔測定日數百分比 (%)					PSI>100 日數中各污染物之百分組成 (%)						
		0-50 良好	51-100 普通	101-199 不良	200-299 非常不良	>299 有害	懸浮 微粒	二氧 化硫	懸浮微粒 及二氧化碳	一氧 化碳	臭氧	二氧 化氮	總和
73	2,421	18.1	65.5	5.5	9.6	1.4	74.4	3.0	0.3	18.8	3.3	0.3	100.0
74	3,301	22.1	64.2	5.9	7.4	0.5	65.1	5.3	0.0	9.9	19.6	0.0	100.0
75	5,126	25.3	60.9	10.9	2.6	0.2	72.5	3.0	0.1	11.2	12.5	0.0	100.0
76	6,767	19.3	63.5	12.2	4.8	0.4	85.8	0.3	1.5	6.9	6.8	0.2	100.0
77	6,506	17.6	67.6	11.8	3.2	0.1	86.3	1.6	0.0	9.1	1.5	0.0	100.0
78	6,497	17.2	67.4	15.1	1.0	0.1	71.7	3.9	0.0	17.6	6.7	0.1	100.0
79	6,673	18.5	64.8	15.6	0.7	0.0	75.6	1.6	0.0	14.1	8.7	0.0	100.0
80	6,907	16.4	63.0	15.7	0.5	0.0	80.3	3.3	0.0	13.0	3.3	0.1	100.0
81	6,583	15.3	70.7	11.2	0.1	0.0	88.1	7.8	0.0	0.5	3.6	0.0	100.0
82	4,758	16.2	75.6	8.1	0.1	0.0	69.7	2.1	0.0	19.8	8.5	0.0	100.0
83	23,875	34.4	58.8	6.8	0	0.0	72.8	1.7	0.0	2.6	22.8	0.0	100.0
84	29,949	37.1	57.2	5.7	0	0.0	69.7	2.6	0.0	1.0	26.8	0.0	100.0

資料來源：中華民國台灣地區環境統計月報，民國 85 年五月，行政院環境保護署。

說明：1.測定日數為環保署全體自動監測站全年監測正常結果之有效日數。

2.自 83 年元月起測站資料由 19 站增為 66 站。

3.自 78 年元月起懸浮微粒以 PM10 直接計算，不包含粒徑 10 微米以上粗粒之懸浮微粒。

其次由民國 78 年至 83 年測站空氣品質標準為達成率來看（見表 2-9），台灣地區有效測站¹未達成空氣品質標準比率的污染物主要為PM10、TSP，其次為SO₂及O₃。其中PM10 在民國 83 年之空氣品質標準為達成率高達 84.4%，顯示PM10的污染較嚴重，應特別加強管制。另外由趨勢觀之，一氧化碳及二氧化硫的空氣品質標準未達成率分別由民國 82 年的 20.2%及 39.3%降低為民國 83 年的 3.8%，TSP的空氣品質標準未達成率則由民國 82 年的 65.4%降為民國 83 年的 53.5%，顯示這三種污染物的污染程度有改善的情況。而臭氧的空氣品質標準未達成率卻由民國 82 年的 38.5%提高為民國 83 年的 74.3%，顯示臭氧的管制及防範亟待加強。

¹各污染物之有效測站數不一，例如 82 年TSP，PM10，SO₂，NO₂，CO及O₃有效測站數分別為 139，22，28，30，26

然而必須特別注意的是：環保署空氣監測站之站數雖逐年增加，但由於舊有測站過於老舊、原有測站站址因時間改變而失去意義、或是必須添新測站等原因，使的測站之站址時有更換，因此以各測站逐年資料的平均值來看各地區之空氣品質變化並不全然恰當。有部份人士建議以有連續之測站資料為主求出年平均，如此作法雖可避免部份因為測站數目增加造成之稀釋效果，但如果有連續之策站數木過數十，會降低測站資料之代表性。因此，誠無十全十美的作法。

表 2-9 民國 78-83 年測站空氣品質標準未達成率之比較

項目別未達成率 %	TSP			PM10			SO2			NO2			CO			O3			
	24 小時值標準未達成率	年平均價值標準未達成率	空氣品質標準未達成率	日平均值標準未達成率	年平均價值標準未達成率	空氣品質標準未達成率	小時值標準未達成率	日平均值標準未達成率	年平均價值標準未達成率	空氣品質標準未達成率	小時值標準未達成率	年平均價值標準未達成率	空氣品質標準未達成率	小時值標準未達成率	八小時值標準未達成率	空氣品質標準未達成率	小時值標準未達成率	八小時值標準未達成率	空氣品質標準未達成率
78 年	68.6	57.8	71.6	94.4	83.3	94.4	7.41	14.8	44.4	44.4	0	0	0	3.7	37.0	37.0	0	95.0	95.0
79 年	61.0	53.5	65.7	91.7	87.5	91.7	0	17.4	34.8	34.8	0	0	0	0	16.7	16.7	0	52.4	52.4
80 年	64.3	53.6	68.8	92.3	96.2	92.3	3.2	12.9	38.7	38.7	0	0	0	2.1	12.8	12.8	0	25.0	25.0
81 年	72.2	48.9	76.7	95.0	90.0	95.0	3.8	11.5	34.6	34.6	0	0	0	3.3	6.7	6.7	0	41.7	41.7
82 年	63.1	43.1	65.4	92.8	85.7	85.7	0	17.9	39.3	39.3	0	3.6	3.6	3.3	20.0	20.0	3.8	38.5	38.5
83 年	52.8	35.9	53.5	83.5	54.4	84.4	1.3	2.6	3.8	3.8	0	1.3	1.3	1.3	3.8	3.8	1.4	74.3	74.3

資料來源：中華民國台灣地區環境資訊，行政院環境保護署，84 年版。

說明：1.短時間標準比率超過次數頻率小於 1%者，視為符合空氣品質標準。

2.標準未達成率乃是只不符合空氣品質之站數除已有效測定站數之比率。

3.各污染物空氣品質標準參件表 2-1。

第三節 台灣地區空氣品質現況

台灣地區的空氣品質現況，可由民國 84 年各縣市之空氣污染物濃度的年平均均值來分析。由表 2-10 可知，落塵量的年平均濃度以台中市最高，其次為台南市和台北市；一氧化碳的年平均濃度以台北市和台北縣較高；二氧化硫及懸浮微粒的年平均濃度以高雄縣最高；二氧化氮的年平均濃度以台北市及高雄市較高；臭氧的年平均濃度則以屏東縣最高，其次為南投縣及高雄縣。由此可知，大都會地區的空氣污染程度一般而言都比較嚴重。若對照以表 2-1 的空氣品質標準，則可看出民國 84 年全台灣地區二氧化硫及二氧化氮的年平均濃度仍低於空氣品質的年平均濃度標準，而總懸浮微粒及懸浮微粒則分別有 14 各縣市（60.8%）及 11 各縣市（47.8%）超過空氣品質標準。

表 2-10 台灣地區民國 84 年空氣污染物濃度年平均均值統計表

項目 地區	落塵量 Ton/km ² /月	一氧化碳 ppm	二氧化碳 ppm	總懸浮微粒 μg/m ³	懸浮微粒 μg/m ³	二氧化氮 ppm	臭氧 ppm
台北縣	0.568	0.933	0.008	164.629	56.382	0.027	0.048
宜蘭縣	4.914	0.654	0.002	63.931	43.146	0.016	0.042
桃園縣	9.191	0.707	0.009	134.747	55.015	0.022	0.048
新竹縣	8.913	0.548	0.004	103.041	55.413	0.019	0.048
苗栗縣	7.995	0.638	0.009	81.836	59.744	0.024	0.048
台中縣	9.570	0.813	0.007	144.004	68.126	0.024	0.052
彰化縣	5.391	0.716	0.006	137.188	78.390	0.024	0.047
南投縣	6.826	0.802	0.003	157.891	67.667	0.025	0.069
雲林縣	4.582	0.574	0.005	130.032	79.236	0.018	0.054
嘉義縣	4.771	0.480	0.005	142.565	67.496	0.018	0.056
台南縣	4.823	0.531	0.006	111.988	70.537	0.019	0.060
高雄縣	5.011	0.748	0.015	207.498	100.359	0.025	0.065
屏東縣	5.142	0.679	0.006	134.086	100.027	0.024	0.070
台東縣	6.560	0.624	0.001	102.277	35.488	0.009	0.033
花蓮縣	3.325	0.750	0.001	62.738	41.317	0.016	0.032
澎湖縣	10.633	--	--	109.565	--	--	--
基隆市	4.906	0.893	0.010	140.659	55.717	0.027	0.044
新竹市	4.663	0.779	0.006	91.825	51.316	0.022	0.040
台中市	15.711	0.838	0.005	157.030	68.899	0.026	0.054
嘉義市	3.937	0.902	0.008	166.019	62.583	0.032	0.063
台南市	14.677	0.715	0.008	129.723	88.483	0.023	0.053
台北市	12.555	1.248	0.008	207.051	55.523	0.032	0.045
高雄市	8.728	0.889	0.014	200.581	83.898	0.030	0.061
台灣地區	8.189	0.808	0.008	157.212	68.787	0.024	0.053
台灣省	7.091	0.740	0.008	143.329	68.670	0.023	0.053

資料來源：中華民國台灣地區環境保護統計「月報」第 76-86 期，行政院環境保護署。
說明：各污染物之年平均濃度之算術平均數。

觀察民國 84 年各縣市之空氣品質監測站得污染物月平均濃度亦可發現，綜合各項污染物的污染情形而言，台灣北部、中部及南部之大都會地區的污染情形一般都較為嚴重（件附表 1-7）。因此本文乃選擇台北、台中與高雄三大都會地區作為研究調查地區，探討一般民眾因為空氣品質改善而獲得之經濟效益，並利用所建構的實證模型模擬在特定假設下，各地區居民因為空氣品質改善所獲得之經濟效益，以作為政府訂定相關空氣品質改善政策以及利用空污費之參考。

針對歷年來各污染之污染濃度的變化情形，可利用列聯表法探討其污染量與年度的相關性，但由於資料的限制，所以本文只對懸浮微粒與落塵量進行檢定。首先令虛無假設(HO)為懸浮微粒（落塵量）之污染量與年度無關，而對立假設（HI）則為污染量與年度有關。由表 2-9 及表 2-10 可看出歷年來台灣地區懸浮微粒與落塵量污染程度之測站數實際分佈情形與理論站數，計算可得其檢定統計量分別為 81.38 及 167.06，皆大於 5%顯著水準以下，自由度為 36 的 χ^2 值，因此拒絕虛無假設，表示歷年來懸浮微粒（落塵量）的污染量有顯著的不同。

表 2-11 台灣地區懸浮微粒污染程度分佈變化之測站數目統計

年 站數 濃度 ($\mu\text{g}/\text{Nm}^2$)	74 年	75 年	76 年	77 年	78 年	79 年	80 年	81 年	82 年	83 年	列合計 (RI)
0-100	24 (22.70)	14 (20.33)	12 (19.86)	17 (20.33)	13 (17.26)	19 (19.62)	24 (21.52)	22 (25.77)	33 (30.03)	53 (33.57)	231
100-200	66 (64.26)	66 (57.57)	69 (56.23)	61 (57.57)	55 (48.87)	58 (55.56)	62 (60.92)	65 (72.96)	71 (85.01)	81 (95.05)	654
200-300	6 (7.96)	6 (7.13)	2 (6.96)	8 (7.13)	5 (6.05)	6 (6.88)	5 (7.54)	17 (9.04)	18 (10.53)	8 (11.77)	81
300-400	0 (0.98)	0 (0.88)	1 (0.86)	0 (0.88)	0 (0.75)	0 (0.85)	0 (0.93)	4 (1.12)	5 (1.30)	0 (1.45)	10
400-	0 (0.10)	0 (0.09)	0 (0.09)	0 (0.09)	0 (0.07)	0 (0.08)	0 (0.09)	1 (0.11)	0 (0.13)	0 (0.15)	1
行合計 (CJ)	96	86	84	86	73	83	91	109	127	142	977

資料來源：中華民國台灣地區環境資訊，行政院環境保護署，84 年版。

說明：1.測定月數不到八個月之測站不列入計算，為保括力徑 10 微米以上之測站。

2.括弧內之值為理論站數，為 RC/n。

表 2-12 台灣地區落塵量污染程度分佈變化之測站數目統計

年 站數 濃度 (Ton/Km ² /月)	74 年	75 年	76 年	77 年	78 年	79 年	80 年	81 年	82 年	83 年	列合計 (RI)
0-5 (無)	13 (15.12)	8 (14.43)	7 (13.47)	9 (13.75)	24 (13.61)	27 (14.02)	12 (15.39)	16 (14.57)	12 (17.18)	21 (17.46)	149
5-10 (輕微)	52 (56.01)	57 (53.47)	66 (49.90)	66 (50.92)	45 (50.41)	42 (51.94)	54 (57.03)	47 (53.98)	60 (63.65)	63 (64.47)	552
10-15 (中等)	35 (25.57)	25 (24.41)	6 (22.78)	6 (23.25)	10 (23.01)	25 (23.71)	36 (26.04)	36 (24.64)	46 (29.06)	27 (29.52)	252
15-20 (嚴重)	9 (9.23)	9 (8.81)	7 (8.23)	7 (8.39)	16 (8.31)	8 (8.56)	8 (9.40)	6 (8.90)	6 (10.49)	15 (10.66)	91
20- (極嚴重)	1 (4.06)	6 (3.87)	12 (3.62)	12 (3.69)	4 (3.65)	0 (3.76)	2 (4.13)	1 (3.91)	1 (4.61)	1 (4.69)	40
行合計 (CJ)	110	105	98	100	99	102	112	106	125	127	1084

資料來源：中華民國台灣地區環境資訊，行政院環境保護署。

說明：1.測定月數不到八個月之測站不列入計算。

2.括弧內之值為理論站數，為 RC/n

第三章 假設估價法之理論基礎與文獻回顧

衡量環境財經濟效益的方法可分為兩大類，一為間接方法，也就是利用觀察消費者在市場上消費與環境品質有關之財貨的行為，來推估環境財的經濟效益；另一為直接方法，就是一般所謂的假設估價法。本章第一節首先介紹空氣品質價格化的理論基礎，第二節介紹衡量改善空氣品質經濟效益的方法，第三節陳述假設估價法的理論發展，第四節說明應用假設估價法必須注意的要點，最後於第五節對國內有關改善空氣品質，與空氣污染之經濟分析的文獻作一回顧與檢討。

第一節 空氣品質價格化的理論基礎

空氣品質的良窳會直接影響到自然環境的品質與人體健康。由於空氣品質是環境財，具有純公共財不具排他（non-exclusivity）與不具敵對（non-rivality）的性質，因此社會所提供的空氣品質水準往往小於最大社會福利水準下的空氣品質要求，使社會資源無法做最有效地配置，造成整體資源量費的現象。一般而言，在相關資料可以獲得的情況下，估算改善空氣品質的成本並不困難。但是，由於使用環境財的消費者眾多，又沒有真正的市場來交易環境財，所以很難估計改善空氣品質的經濟效益。

通常，改善空氣品質的經濟效益包括改善自然環境資源與人體健康兩方面，而改善自然環境資源的效益又可區分為「使用價值」（use value）與「非使用價值」（non-use value）。非使用價值又稱「存在價值」，只空氣本身具有的存在價值。使用價值又可在進一步細分為以下項：

1. 生產使用價值：新鮮空氣用於生產市場交易產品所得到的價值。因為新鮮空氣是許多生產事業的原始投入，空氣品質改善會使得生產力大為提高，故能創造附加價值，例如：農業生產增加、家庭清潔費用。
2. 其他使用價值：指新鮮空氣用於生產非市場交易產品所得到的價值。此項價值非常難以量化，有時幾近不可能，然而 Perch【1989】將其他使用價值再進一步區分為：（1）消費性使用價值，如呼吸新鮮空氣；（2）非消費性使用價值，如欣賞自然風景。消費性使用價值來自於直接消耗新鮮空氣，

即使不一定由市場交易取得，其價值可以其若市場交易下可產生的價值估算。至於非消費性使用價值來自於新鮮空氣所提共的生態系統功能（例如：光合作用）、環境美化、以及環境吸收與分解污染物的淨化功能等，所以極端難以量化。

3. 選擇價值：指空氣品質對未來世代所具有之潛在價值。例如：因為人們對CO₂所造成的環境影響具有不確定性，會願意支付金額去減少其排放量，以提供後代子孫或他人擁有能夠呼吸新鮮空氣的機會。

至於改善人體健康的效益則是指因為空氣品質改善以後，使人們罹病與死亡的機率減少。

公共財之需求量，可以由調查消費者的付款意願得知。以民眾對空氣品質的需求為例，我們可將空氣品質依據特定的指標劃分成不同等級。空氣品質可以用能見度(visibility)為指標，或者是以空氣品質標準(pollutant Standards Index, PSI)為指標。指標的選定，除了必須具有代表性外，也必須為消費者(受訪者)所熟知，以便其做合理的喊價(bid)。

假設我們將空氣品質劃分五等，由A至E表示空氣品質逐漸改善，在調查進行之前，必須告知受訪者目前的空氣品質水準(假設在原點)。然後詢問受訪者若空氣品質改善至A狀況，他願意付款若干以換取這一項財貨(空氣品質的改善)。其後重覆此一步驟，直到受訪者對每一水準之空氣品質都表明其付款意願後，我們可將訪問結果繪成一條「個人喊價曲線」(individual bid curve)或稱為「個人需求曲線」(individual demand curve)(見圖 3-1)。

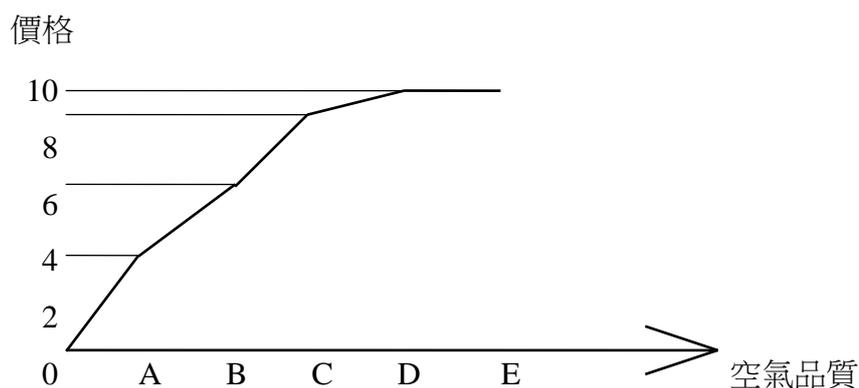


圖 3-1 個人喊價曲線

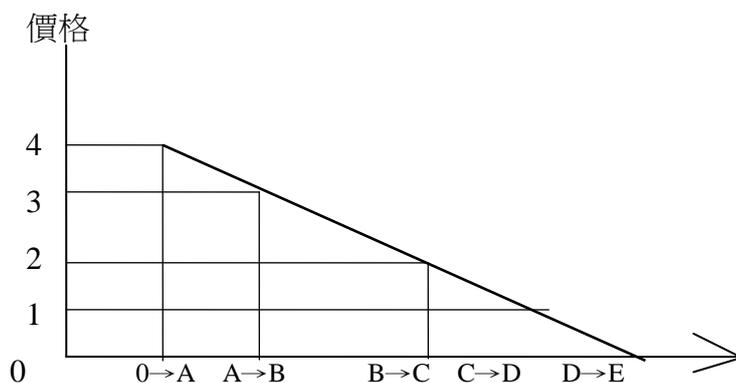


圖 3-2 邊際效益遞減曲線

圖 3-1 為一假設之調查結果。該受訪者對空氣品質改善至 A 水準時，願意付出 4 元的代價；若改善至 B 水準時，則願意付出 7 元代價；若改至 C 水準，則願意付出 9 元的代價；若改至 D 水準，則願意付出 10 代價；至於改至 E 水準時，該受訪者因為以滿足於 D 水準，故不願意付出更高的代價，仍維持 10 元的喊價。

空氣品質也類似一般的私有財，有邊際效用遞減的現象。圖 3-2 顯示：每一等級的空氣品質改善，受訪者的付款意願逐漸降低，由最初的 4 元（0→4），降至最後的 0 元（D→E）。

以上討論的是公共財的個人需求曲線。為進一步估算整個社會對該公共財的需求量，必須導出公共財的總需求曲線（aggregate demand curve）。公共財

總需求曲線的導出，乃是將所有的個人需求曲線垂直加總而成（表 3-2 及圖 3-4）。此有異於私有財總需求曲線，為所有個人需求曲線作水平加總而得（表 3-1 及圖 3-3）。造成這種差異的原因，主要是在私有財的交易市場中，我們可以知道每一個消費者於不同價格水準下，對該項財貨的需求量，所有消費者個人需求量的加總，便是整個社會在不同價格水準下的總需求量。然而由於公共財一次只能提供一個固定水準供社會全體共享，因此我們無法兼顧在各種「價格水準」下，每個消費者對公共財的需求，只能得知消費者對此公共財的不同「供應水準」的付款意願。將每個消費者的付款意願加總，便可得到整個社會對公共財在不同供應水準之下的付款意願。由此，可以推算出整個社會對空氣品質的總需求曲線。

表 3-1 私有財之個人及總需求量

價格	個人需求量			總需求量
	A	B	C	
3.00	0	2	0	2
2.50	1	3	0	4
2.00	2	4	1	7
1.50	3	5	2	10
1.00	4	6	3	13
0.50	5	7	4	16

表 3-2 公共財之個人支付意願及總支付額

改善水準	個人付款意願			總支付額
	X	Y	Z	
0→A	1	2	3	6
0→B	1	2	4	7
0→C	1	2	5	8
0→D	1	2	6	9
0→E	1	2	6	9

價格

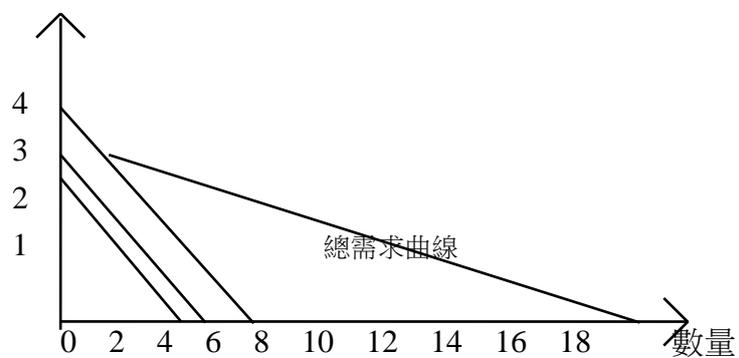


圖 3-3 私有財之個人需求曲線與總需求曲線

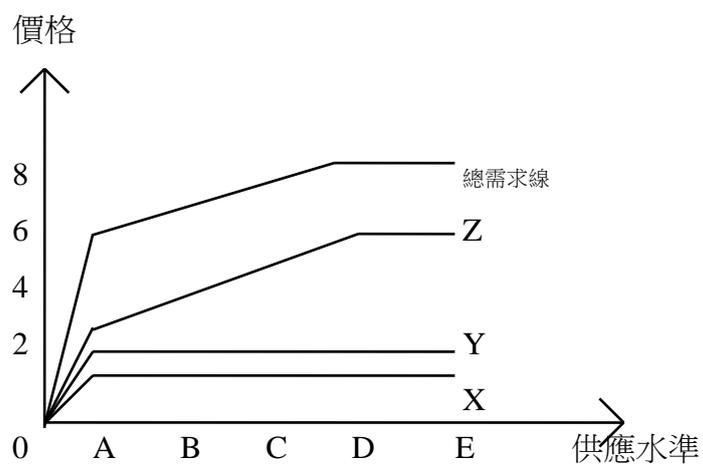


圖 3-4 公共財之個人需求曲線與總需求曲線

第二節 衡量改善空氣品質之經濟效益的方法

環境經濟學中被普遍應用於衡量改善環境財之經濟效益的方法有兩大類，一為間接方法（direct method）。間接方法是利用觀察消費者在市場上消費與環境品質有關之財貨行為，進而推估環境品質改善以後的效益，包括旅行成本法（travel cost method）、特徵資產價值法（hedonic property values method），損害函數法（damage function）、趨避行為法（avoidance expenditures）等。相關文獻中採用各種方法研究之個案研究甚多。而直接方法又稱假設估價法（contingent valuation method），則是利用調查問卷設計假設性的問題，詢問消費者對環境品質改善所願意支付的最大金額（willingness to pay），進而推估改善環境品質的經濟效益。

此兩種方法各有利弊，喜歡間接方法的人認為間接方法是直接觀察人們在市場行為，所以誤差小；反之，假設估價法則只是聽人們所說，容易產生偏誤，例如：起價點偏誤、以偏蓋全偏誤、預算偏誤、訪員偏誤、假設偏誤等【Mitchell and Carson】。但是喜歡假設估價法的人則認為間接法所能應用的研究範圍有限，而且不能估計環境品質改善的非使用者價值（non-use value），而且許多伴隨假設估價法的誤差均可藉由良好設計之問卷而消彌至可忽略的程度。

一般而言，假設估價法的優點至少包括：

1. 假設估價法使用時較不受現有資料的限制。例如地產價格法需要調查地區詳細的地產價格資料，而假設估價法比較不受這類限制。
2. 假設估價法在調查時具有簡便快捷的優點，在研究時間含經費受到限制時，是一種可行的理想方式。
3. 假設估價法可以同時估算使用者價值（use value）以及非使用者價值（non-use value）。前者即自然環境所具有的遊憩價值，後者可稱之為保存價值（existence value）或保育價值（preservation value）。因為傳統的旅行成本法只能估算某地區的遊憩價值，因此通常會造成自然環境價值的低估。因為傳統的旅行成本只能低估。由於假設估價法可以同時估算遊憩價值及保存價值，有其獨到的優點，因此其應用範圍非常廣泛，舉凡遊憩價值、空氣、河川品質、以致於保護野生動物之價值的估算都已有實際運用的經驗。

4. 假設估價法可以同時進行現場調查(on-site)和非現場調查(off-site)， 使
在做抽樣調查時可以涵蓋較大的範圍，如全國性的調查。
基於以上優點，本研究將採取假設估價法為研究方法。

第三節 假設估價法之理論發展

假設估價法最早由 Davis【1963】應用於美國緬因州森林遊樂區遊憩價值的調查研究。而其基本概念則源於對「如何提供最是水準的公共財」這個問題的關切。Wicksell【1976】認為，由於提供該水準之公共財的成本通常為可知，若我們能估算提供某一水準之公共財在各方面所可能產生的效益，就可以判知提供此一水準之公共財是否合理。同時也可以找出適當分派成本的方法。

然而，對於如何估算公共財所可能產生的效益，Wicksell 並沒有提供具體的方法。1952 年，Ciriacy-Wantrup 認為可經由調查訪問的方法，直接詢問消費者對於某項非市場公共財供應水準變化時的願意付款意願，用以計算提供該水準公共財時所能獲得的效益。雖然他也承認這種由問卷調查訪問的方式來估算公共財求量有若干缺點存在，但他認為這些缺點都可以經由仔細的問卷設計來加以克服。此提供了假設估價法的基本概念。

對於 Ciriacy-Wantrup【1952】的看法，亦有人持反對的態度。例如：Samuelson【1954】認為我們將無法利用這種直接調查訪問的方式來發掘消費者對某項公共財的真實偏好，因為公共財的提供經常都是由社會全體共同負擔其成本，部份了解情況的消費者再受訪時就有可能基於自私的動機而在訪問中有策略的行為 (strategic behavior)。這種策略行為一般可分為兩類：第一類的策略行為是受訪者將其個人自身的偏好加諸於其他消費者的身上；由於受訪者了解到並不需要真正支付在訪問中所回答的數額，而且所有受訪者付款意願的總和或平均值將會影響到公共財的提供與否，因此這類受訪者就有足夠的誘因故意提高或壓低其付款意願，而企圖使最終的平均付款更接近其真實的付款意願。第二類的策略行為則是一般稱為搭便車者 (free rider) 的行為；這類受訪者一方面希望公共財確實可以提供其享用，但另一方面則擔心可能必須真實地支付其在訪問中所表示的付款金額，因此在接受訪問調查時故意低報其付款意願，希望界者其他受訪者較高的付款，而達其享用該向公共財的目的。

第四節 假設估價法的應用（調查問卷的要點）

顧名思義，假設估價法乃是在一假設狀況下，詢問消費者受訪者)對某項非市場財貨的評價或消費意願。由於假設估價法所處理的對象多為非市場財貨(例如空氣品質)，而消費者在實際的生活中卻無這樣的市場交易經驗，因此為了估算此非市場財貨的價值，調查者必須先建立一個假設市場（contingent or hypothetical market），在進行訪問時必須先向受訪者仔細描述此一假設的交易市場，然後再詢問其在一市場中的消費意願。

假設市場的觀念最早見於 Randall et al.【1974】。他建議在設計問卷時，應將付款意願的問題包括在一個「似市場體」（market analogy）中，而所謂的「似市場體」則定義為：由於假設估價法乃是利用問卷（或電話訪問）為工具，直接詢問受訪者對某項無市場價格公共財的評價，因此在問卷中必須先行建立一假設市場，在該市場中對於交易的財貨以及其未來品質（或供應水準）可能的變化、消費者支付貨款的方式、交易規則、提供該項財貨的決策方式、以及提供決策過程都要有清楚的說明。亦即在詢問受訪者對某環境財之偏好時，必須使受訪者感覺問卷中所描述的狀況真有發生的可能，同時亦須使受訪者在「購買」該項環境財時，狀況與其實際生活中的消費行為盡可能地相似，如此才有可能推估出售訪者對某環境財的真實偏好。由此我們可知：問卷的設計實際上正是調查成功與否之關鍵。

假設估價法字 Davis【1963】首先實地應用，至今已三十餘年歷史，其間不論是理論基礎或實際運作的經驗，都有相當程度的累積。由過去所做的研究來看，研究趨向主要有三：一是針對方法本身的探討，研究重點是在探討調查工具本身（即問卷）對調查結果可能有的影響，以及如何改善調查工具的設計，以求得最可靠的結果。這部份的研究實際上也佔了過去研究的大部分。二是探討受訪者個人之背景，如收入、教育程度、年齡、性別等個人社經變數如何影響其付款意願，至今這方面的研究仍然十分稀少。三是利用比較研究的方法，將假設估價法的調查結果與其他經濟代替法的調查結果加以比較，藉以檢定假設估價法的有效性及其可靠性。

有關調查工具(問卷或問卷中之假設市場)本身可能造成的影響,以及其設計方面的探討,主要包括:支付媒介(vehicle to pay)的選擇,受訪者喊價方式的選擇,以及問卷中所包涵之訊息內容(information)等。茲分述如下:

一、支付媒介的選擇

前文已述及,為使調查更加可靠,在設計假設市場時必須使之盡可能地質接近真實消費市場的消費運作方式。因此,雖然在調查訪問中並未要求受訪者實際支付其喊價,然而為使假設市場中的消費行為更接近實際狀況,我們通常會選擇適當的支付媒介,告知受訪者(在訪問中)將以此方式支付其喊價。例如:在調查居民對空氣品質改善所具有的付款意願時,可以空污費做為支付媒介。在進行訪問時即詢問受訪者,若空氣品質改善至某一水準時,願意每個月支付多少額外的空污費。又如:在調查某地所具有的遊憩價值時,則可詢問受訪者,若欲繼續維持該地的遊憩機會時,願意每次前來遊玩時支付多少金額的門票或設施使用費等。

適當地選擇支付媒介是假設市場設計中頗為重要的一環。學者過去在這方面的研究,主要是利用在問卷設計不同的支付媒介,同時進行調查,藉此觀察支付媒介是否會對調查的結果造成影響,進而並判斷在不同的狀況下,如何選擇恰當的支付媒介。比較重要研究主要包括:Randall et al.【1974】,Brookshire et al.【1980, 81】,Greenley et al.【1982】等。這些研究顯示:一般而言,只要能掌握兩個原則,支付媒介並不會對調查結果造成太大的影響。(1)支付媒介必須為受訪者所熟悉。例如:在調查自然景緻的遊憩價值時,門票或設施使用費便是十分恰當的方式。因為,一般的遊客大都有在觀光遊憩區購買門票或支付設施使用費的經驗,而由於受訪者對這種支付方式比較熟悉,因此其結果也比較可靠。(2)支付媒介必須配合實際的狀況。例如:在空氣品質改善的效益調查中,對受益居民付款意願的調查,就以額外的所得稅、貨物稅、或空污費等較為恰當。反之,若使用額外的空污費作為調查遊憩價值的支付媒介,就顯得不切實際,因為多數外來的遊客,根本不必付出這種費用。

二、喊價方式的選擇

Randall et al. 【1974】建議以一種往覆的喊價方式（integrative bid）調查受訪者付款的意願。所謂往覆式的喊價，是在調查時先給予受訪者一個起價（starting point），然後詢問受訪者是否願意支付此一價格，若受訪者答案為肯定，則漸次提高此一價格，直至受訪者達案為否定時，便以較小的幅度漸次減少此一價格，如此反覆操作數次後，便可將受訪者的付費意願侷限制一很小的範圍中，如此便可得知受訪者對某項環境財的評價。

另一種較簡便的方式，及直接詢問受訪者對某項環境財的付款意願。這種方式雖然在使用上較為方便，不過期調查結果的變異程度（variation）也較大。一般而言，調查時需要較多的樣本數。

除了上述兩種喊價方式外，付款卡（payment card）也是近年來廣為研究者所採行的方式。所謂付款卡乃是在問卷中列出一序列連續的價格，請受訪者在其所欲的價格上打勾。這個作法可以同時兼顧前兩種方法的優點，同時迴避其缺點，是一種頗為恰當的喊價方式。

三、問卷中所包含訊息內容

前述兩項問題由於其性質較為單純，因此在這方面的研究多數集中於假設估價法發展之初期。然由於訊息內容對調查結果所造成的影響，其牽涉較為廣泛，因此直至今日，仍不乏學者在這一方面進行探討及研究。

Bohm 【1972】指出：使用假設估價法的目的在於調查消費者的真實偏好，而非考驗其所擁有訊息的程度，或其分析能力。Randall et al. 【1974】亦認為在假設市場中必須告知受訪者，交易財貨其供應水準可能有的變化，提供該項財貨的方式及決策過程等。其目的是使受訪者在有充分訊息的狀況下，正確反應出對該項環境財的偏好時，必須提供受訪者必要的相關訊息，使每一位受訪者都在同樣的認知基礎上表達其付款意願。

過去一些相關的實證研究確實證實：假設市場中所提供訊息的差異，會影響受訪者的付款意願，例如：Brookshire and Eubank【1981】利用假設估價法估算空氣品質改善所能獲致的經濟效益。該研究為了解訊息對受訪者付款意願的影響，在實驗與對照兩組問卷中，分別提供受訪者不同的相關訊息，包括空氣污染對美質（aesthetic）及人體健康的影響，結果發現兩組受訪者對改善空氣品質的付款意願有顯著差異。

Cronin and Herzeg【1982】則在河川水質改善效益的評估中，告知其中一組受訪者，政府過去在河川水質維護上的平均花費，另一組受訪者則不給予這項訊息，結果也發現受訪者的付款意願會有顯著的差異。由於消費者在使用某些政府所提供的公共財時，通常都不知道因提供該項公共財每位納稅人的平均支出或負擔，因此 Mitchell & Carson【1981】建議：在假設市場中提供一些參考標準，如告知受訪者在過去其他公共財上，每位納稅人的平均花費，以利受訪者在評估某項環境財的價值時，能與其他的公共財相比較。而 Mitchell & Carson 形容這種參考標準是一種心理上的錨（psychological anchor），他們認為既然在私有財的交易市場中，消費者可在多種財貨間進行比較，因此為使假設估價法的調查結果更為可靠，亦應於假設市場中提供受訪者其他公共財的「價格」。Schulze et al.【1983】的研究也沿用了上述 Cronin & Mitchell 等人的策略，在假設市場中提供受訪者其他公共財的「價格」，藉以觀察訊息對個人付款意願的影響。而最近的研究亦再次證明，即使僅提供簡單扼要的資訊亦能使調查結果的變異程度大為減少【Neil, 1995】。

綜上所述，本研究之問卷設計將考量各項之相關要點，力求避免假設估價法可能產生之誤差。

第五節 文獻回顧與檢討

一、文獻回顧

多年來，台灣不乏有關衡量改善空氣品質（即減少空氣污染）之經濟效益的研究，以下摘要一些主要研究的成果於下，以了解現階段在這方面的研究概況，並檢討現有研究之缺失，作為本研究進一步分析的參考。

染啟源【1993】，環保法規變動對台灣經濟之影響

該文的目的是在探討下列問題，以作為政府擬定環保政策之參考：

1. 在無環保相關支出的假定下，探討民國 77 年至 80 年間由於環保法規規定加嚴後對台灣經濟之影響。
2. 未來若隨油課徵空氣污染防治費對台灣經濟之影響。
3. 計算空氣污染之社會成本，以推估防治空氣污染之利益。

該研究所用的理論模型為 Jorgenson-Liang(1985)模型，此模型為一個包括三十一個產業的動態產業關聯模型。本模型雖和 Hudson-Jorgenson(1974)相似，但具有下列四個重要差異：(1)包括的業別多達 31 個，而 H-J 模型則只包括 9 業；(2)多了技術動率方程式及石油子模型；(3)成本函數有凹性的限制條件；(4)台灣經濟的特色是伴隨著高數的經濟成長，產業結構及能源需求結構也同時有極快速的轉變，這和 H-L 所研究的美國經濟有顯著差異。故 J-L 模型在其能源子模型集中間投入子模型裡，比 H-L 多了一個時間變數來反應這種結構 隨時間快數變遷的現象。文中所用的模型（J-L 模型）因而可提供 其他有同樣經濟結構快數轉變之新興工業化國家做類似研究的參考。

全文共分六章。第一章導論，第二章理論模型，第三章是環保法規變動對台灣經濟之影響，第四章是隨油課徵空氣污染防治費對台灣經濟之影響，第五章推估控制污染社會效益，以及地六章的結論與建議。

陸雲【1993】，台北都會區空氣污染防治效益之估算

該計畫之研究目的有二：一是探討台北都會區空氣污染防治所可能產生之經濟效益，二是比較不同形式之假設估價法（CVM）在國內的應用。研究採用「願付代價」之方法來測量空氣污染之效益。由於在 CVM 文獻中缺乏郵寄問卷與人員調查方式之比較研究，因此該文重點之一便是比較這兩種調查方式。除此之外，亦就 CVM 常用之三種喊價方法：二分選擇法（dichotomous choice）、支付卡法（payment card）以及競價法（bidding game）做一實證研究。

該研究採百分之五十之空氣污染改善作為問題陳述之方式，支付方式則是採用較高物價及稅捐的方式。問卷回收率在 70.6%至 78.6%之間。污染改善程度在 50%以下時，CVM 方法之平均願付價格如下表：

各種 CVM 方法	平均願付金額
郵寄二分選擇法	\$ 3,301
人員調查二分選擇法	\$ 1,981
郵寄支付卡法	\$ 403
人員調查支付卡法	\$ 482
用二分法選擇出嫁之競價法	\$ 763
用支付卡出價結果之競價法	\$ 713

在 CVM 方法論的討論上，得到下面結論：

1. 選擇法、支付卡法以及競價法所得之願付金額有所差異，而且以二分選擇法之結果最高。文獻上雖然早有記載，但本研究二分法選擇法之結果偏高特多。相形之下，支付卡以及競價法之結果差異小。在估算台北都會區空氣污染防治效益上，若以人員調查支付卡所得之\$ 482 元為計算標準，則台北都會區 250 萬人口願為改善 50%之空氣污染程度所支付的代價為每月 12.05 億新台幣。
2. 條件估價法之應用似乎不如先前所預期般好。這些結果上的差異，可能出問卷的設計，也可能是由於其在中國文化環境下之應用，不若美國環境下之應用那麼成功。

葉新興、許志義、蕭代基、錢玉蘭等【1987】，工廠空氣污染之防治投資及其經濟效益之研究

該研究旨在了解台灣地區防制工廠空氣污染所需投入的資本及其可能產生的經濟效益，其結果可供當局制訂空氣污染排放標準之參考。主要研究內容包括：（1）了解當時台灣地區空氣污染的嚴重程度和可能原因，並預測未來的趨勢；（2）估算台灣地區及高雄、台南都會區的工廠，為符合現行和未來的排放標準所需投入的污染防治投資極可能導致污染損害減少的經濟效益；（3）試估在不同大氣品質指標下，污染排放標準的合宜性及未來應增加的的污染防治投資。主要的結論如下：

1. 就懸浮微粒污染物的防治而言，台灣地區的工廠為符合民國 74 年的排放標準，每年至少需投入 75.78 億元於廢棄設備及處理上；可獲得因污染損害減少之效益 87.22 億元。如要符合民國 82 年的排放標準，每年需投入 155.15 億元，但可獲得防治效益 243.11 億元，此顯示民國 82 年的排放標準不致過於嚴苛。
2. 就二氧化硫污染物的防治而言，台灣地區的工廠欲符合「民國 74 年的排放標準，每年至少需投入 253.95 億元，略高於防治效益的 232.36 億元；但現有工廠欲符合民國 82 年的排放標準需投入的年防治成本為 385.62 億元，稍低於防治效益 396.44 億元，隱含民國 82 年的排放標準堪稱合宜。
3. 就二氧化氮的防治而言，除某些居部地區仍為符合規定外，就全台灣地區而言，由於民國 74 年的排放標準過於寬鬆，幾乎所有工廠均沒有進行防治。但就民國 82 年的排放標準而言，由於資料受限，仍無定論。不過如從高雄、台南都會區的資料顯示，防治成本比效益高了很多，如要強制執行，經濟上得不償失。
4. 就全台灣而言，民國 74 年工廠所排放的上述三種主要空氣污染物（嚴格說來，並未包括二氧化氮）的防治總成本為 329.74 億元，約佔當年國內生產毛額的 1.37%；但權衡防治成本與效益，至少需投入於反污染投資為 308.14 億元，約佔當年國內生產毛額的 1.28%。
5. 就調整後之台灣現有工業部門以投入的廢棄防治投資 326.71 億元來看，如

不考慮二氧化氮污染物的防治，顯然目前的投資總額已經足夠。但實際設置廢氣處理設備的工廠只有 936 家，佔台灣總工廠數的 1.67%，比例偏低；而且地區間投入的防治投資差異很大。此外徒法不足以自行，工廠並未能確實運轉，這種是採用排放管制而無法要求廠商照規定排放，又無法有效監測而導致的結果。因此，如果環保當局仍以排放標準的管制做為未來防治空氣污染的政策工具，則環保政策能否落實，端視未來是否改用科學的監測技術。

6. 現有工業部門要符合民國 82 年的廢氣排放標準，此後每年至少需再增加投入 232.12 億元於廢棄的防治投資上。以民國 74 年幣值表示，截至民國 82 年，預估需增加於廢棄支出為 1,856.95 億元，其中 835.63 億元屬於固定成本，1,021.33 億元為變動成本。
7. 我國現有空氣污染防治行業的人力和技術雖然不足，所幸大部分的污染防治業均與美、日、德各大先進國簽訂技術合作，如能考量台灣空氣污染防治行業的發展是深具潛力的。

傅祖壇【1993】，空氣污染改善對台灣稻米部門之經濟效益評估

該文之目的在分析空氣污染對台灣稻米部門之影響，並衡量稻米部門因空氣污染改善可能獲得之經濟效益。在分析上建立了一個結合生物性損害函數與經濟福利分析的評估模型，並以民國 79 年第一期之稻作進行實證研究量。實證結果顯示：空氣品質改善對稻米部門之經濟效益十分可觀。較保守地估計，減輕一單位（0.01ppm）之 O_3 濃度，至少可使稻米部門社會福利增加一億一千多萬元；同樣地，每減輕一單位的 SO_2 濃度，亦可使稻米部門增加九千二百餘萬元之社會福利。此鉅額之經濟效益再加上遞增性的污染邊際福利變動值，意味著空氣污染之改善措施宜盡快地進行或繼續加強。此外，文中亦發現：改善空氣污染顯然使社會福利值增加，但亦會因為近乎無彈性之稻米需求曲線，而導致稻米生產者福利下降此一現象可作為目前稻米生產調整政策之重要參考。

劉錦添等【1993】，空氣污染改善的健康效益評估—假設市場評估法之應用

該研究的目的是要衡量台灣空氣品質改善下平均每位民眾的健康效益。該文係以假設估價法（CVM）分別利用間斷選擇模型以及存活分析估計出評價函數（valuation function），並計算民眾對於避免一場急性病症的願付價值。

實證結果顯示，影響民眾願意支付最高金額來避免一場急性病症的主要變數為受教育年數、慢性病病症、婚姻狀況、上一場急性病症中的病症天數、含因為生病使生活受到限制的天數，這些變數的估計係數顯著為正值。而上一場急性病症為感冒、問卷中設定之起價金額、及是否居住在高雄等變數在統計上則呈現負向顯著。而台灣民眾對於避免一場急性病症的願付價值平均約為 1,800 元，若一場急性病症的持續天數約為 7 天，則以此計算平均每位民眾一個發病日的福利損失約為 257.25 元。

楊重信【1993】，台北都會區空氣污染對房價之影響：特徵價格法之應用

該研究用 Rosen【1974】之二階段特徵價格（hedonic price）法分析台北都會區空氣污染對房價獲房租之影響，以了解（1）空氣污染水準對房價或房租是否有顯著之負面影響？（2）家戶對空氣品質改善之願付金額？（3）家戶對降低空氣污染水準所願付的金額是否會受到空氣污染水準、家戶所得以及其他家戶特性影響？研究之主要發現如下：

- 1、台北都會區之空氣污染對房價與房租有顯著之負面影響。空氣污染對房價及房租之影響在台北市與台北縣之間有很顯著的差異，其在台北市之影響程度較在台北縣輕微。就擁有自用房屋之家戶而言，空氣品質之邊際願付價格於整個台北都會區為平均 9,900 元，於台北視為平均每戶 130 元，台北縣為平均每戶 17,800 元。就租賃房屋之家戶而言，空氣品質之邊際願付價格於整個台北都會區為每月 14.67 元，台北市為每戶 12.43 元，台北縣為平均每戶 16.97 元。
- 2、家戶對空氣品質改善所願付之金額與空氣污染水準有密切關係；空氣污染水準越高時，家戶對降低該空氣污染之願付金額越高。
- 3、家戶對空氣品質改善所願付之金額與家戶所得「水準」有密切關係；家戶所得越高者，其對空氣品質改善之願付金額越高。就擁有自用房屋之家戶而言，當空氣污染水準下降 10%時，其對空氣品質之願付金額於台北都會區為平均每戶 89,015 元，於台北為平均每戶 1,168 元，於台北縣為平均每戶 160,277 元。就租賃房屋之家戶而言，當空氣水準下降 10%時，其對空氣品質改善之願付金額（反映在願付房租上）於台北都會區為平均每戶每月 134.88 元，於台北市為平均每戶每月 112.81 元，於台北縣為平均每戶 157.64 元。與擁有自用房屋之家戶之願付金額相較，租賃房屋之家戶對降低空氣污染水準所願付之金額未能充分反映空氣品質改善之資本化效益。因為部份資本化效益係由房東獲得。
- 4、在估計家戶對空氣品質改善之願付金額時，若忽略空氣污染水準、家戶所得、戶內人數等特性，則其估計值將偏高。

蕭代基、陳淑華【1993】，空氣污染防治對家庭清潔之效益趨避行違法之應用

趨避行為法被應用於估計台灣地區空氣污染防治在家庭清潔方面的 效益，此方法係利用家庭清潔行為所投入財貨與時間之需求量受到空氣品質影響的關係，來衡量空氣污染的外部成本，或污染防治的效益。

該文利用 Jongenson, Lau and Stoker 【1980, 1982】的恰當加總計量總計量模式估計家庭清潔活動投入之財貨與時間的需求函數，接著估計在不同屬性(包括空氣品質、家庭屬性、都市屬性)下空氣污染防治的效益。結果發果，(1) 污染防治的邊際效益會隨著污染濃度的增加而遞增；(2) 由同一空氣品質水準作同一程度之改善對每一家庭所帶來的效益，在發展程度較高地區(如大台北地區)者較其他地區為高；(3) 發展程度較高的地區為維持同一環境品質的願付價值較高。這些結果皆符合預期。

蕭代基、傅祖壇【1993】，空氣污染對人體健康之影響的調查研究

該研究的主要目的在於利用流行病學的方法來估計空氣污染對人體健康的影響。根據懸浮微粒(PM10)及臭氧(O₃)的高低搭配組合，選定台北的松山、永和、高雄的三民、復興，和花蓮市等五個環保署空氣品質監測站周圍地區為代表區域，抽取 1287 人做為樣本，在民國 80 年 11 月 1 日到 81 年 1 月 3 日之間對樣本做連續 92 天之「及性的呼吸道疾病或向關病症」(包括頭疼、經常行流鼻水或其他鼻病、喉嚨乾癢、咳嗽、哮喘、呼吸器過敏、感冒、氣喘、發燒)眼睛不適等)的紀錄調查。利用這批樣本，建立一組代表台灣地區民眾的急性病症反映和空氣污染濃度之間的因果關係示(計量反應函數)。

每天的病症反應是二元的值變數(即有病或無病)。而發病與否除受污染屋的影響外，也是氣象因素(主要有溫度和濕度)、個人特性和社會經濟條件(包括性別、年齡、家庭收入、教育程度、有無慢性病等)、和生活形態(包括抽煙與否、有無運動習慣、工作或學校環境有無污染等)的不同而有別。在估計得模型中，除了懸浮微粒和臭氧之外，一氧化碳(CO)、二氧化碳(SO₂)、二氧化氮(NO₂)亦納為可能引發急性並的主要污染物。另外，行政院環境保護署每日發佈的空氣污染指標(PSI)是一種標準化的污染指標，代表當日不分污染別之最嚴重的污染水準，因此可作為跨污染別之最大污染程度的代表。該文利用 logit 機率模型推估後得的結果有：

1. 懸浮微粒、臭氧、一氧化碳、二氧化硫和二氧化氮等五種台灣地區的主要污染物，個別而言，軍隊相關之急性病症的罹病率有顯著的增進作用。以 PSI 測試，結果亦然。在氣象因素方面，每日最大溫度和平均濕度對急性病症發生率的影響都是反向的。平均而言，小孩及大人的罹病風險較青壯年人為高；家庭居住環境的擁擠度、慢性病(含慢性氣喘)、工作或學校環境的污染等則軍隊罹病風險有顯著的同方向影響；家庭收入和教育程度高的

人則急性病症的風險較低。

2. 由進一步建立之個別地區和個別特性群之各自反應函數中顯示：在五個代表性區域中，懸浮微粒較高的地區如松山和低污染的地區如花蓮，PSI 值的變化對罹病率都有顯著的同向影響。但永和(懸浮微粒低)和三民、復興(懸浮微粒高)得急性病症發生率和 PSI 之間的關係卻不顯著。
3. 各污染物 (PM₁₀、O₃、SO₂、CO、NO₂) 之濃度和PSI值些微變動導致的邊際罹病單性在 0.056 到 0.165 之間，而以PSI和PM₁₀ 的彈性最大。若將O₃ 的邊際彈性 (0.095) 與國外的研究相比，則約低於他們所估出之彈性值的中間水準。如果各污染物之濃度由當前的高水準，大幅下降到標準濃度或更低水準，則每年可以各自減少一百餘萬到四百餘萬的罹病人天數。其中以改善PM₁₀ 污染所產生的健康效果最大。

二、文獻檢討

綜合以上文獻回顧，可知儘管國內有不少衡量空氣品質改善之經濟效益的研究，但不論各研究利用特徵價格法、流行病學法、生產函數法、趨避行為法、或損害函數法，其推估出來的經濟效益盡是墳因為空氣品質改善以後所得到的部份效益，亦即是使用價值的部份，而少有涉及非使用價值。

陸雲的文章則是利用假設估價法（CVM）估算台北都會地區空氣污染防治所可能產生之總經濟效益。其於文章中針對不同喊價方式（二分法、支付卡法、與競價法），利用親訪或郵寄的方式將樣本分成四組進行調查，模型推估的結果發現：不同喊價方式得到之平均願付價格差異很大；以支付卡求得的平均願付價格最小，競價法次之，而二分法最大。另外，就同一種喊價方式而言，親訪與郵寄之不同調查方式所推導之平均願付價格亦不同，其中又以二分法造成之差異最大。因此，作者得到結論：CVM 可能不適用於中國的文化環境。

但是，此一結果亦極有可能是因為問卷設計與模型推估方法上不進完善所致，僅由此一個研究做此推論四嫌武斷，尤其國外這些年來有關 CVM 之文獻累積快速，研究成果豐富，所以有必要利用 CVM 作進一步分析。一方面是 CVM 可以合理地估算空氣品質改善之總經濟效益（包括使用價值與非使用價值），另一方面也可以再次測試 CVM 在台灣應用之實用性。

因為本研究之研究重點不在於不同喊價方式的比較，而是估算台灣大都會地區空氣污染防治所可能產生之總經濟效益。所以，本研究擬以目前文獻上廣為使之雙界二分法選擇法為喊價方式，利用親訪的方式進行調查，以取得詳盡的資料。

另外，國內部少文獻指出台灣地區存在酸雨問題，但絕大多數有關酸雨的研究主要偏重技術層面得探討，而未涉及去了解一般民眾對酸雨之風險認知與態度。因為酸雨會對森林、土壤、水域、建築、農作物與人體健康些產生影響，在政府主管單位擬進行防治酸雨的種種措施時，即有必要知道一般民眾對酸雨之風險認知的情形。所以，本研究也將調查此方面的資料，提供政府作參考。

第四章 問卷調查與資料說明

本研究的問卷調查工作係委託「中央研究院調查研究工作室」執行。正式訪問前，於 1995 年 12 月 30 日進行焦點團體座談，對問卷逐題做詳細討論，而後多次修改問卷，並逾 1996 年 1 月 5 日至 8 日之間進行試訪的工作。試訪問卷回來後，在根據試訪結果修改問卷並設定起始金額，而後開始正式調查，調查期間為 1996 年 1 月 22 日至 2 月 15 日。正式訪問及試訪的樣本，及焦點團體座談的參與成員，皆由調查研究工作是隨機抽樣取得。

本研究的母體定義在台灣三大都會地區（台北、台中、高雄）具有國籍，設有戶籍，且年齡在二十歲以上的國民。抽樣方法簡單如下：本次調查樣本總數定為 1000 案，抽樣設計採分層三段等機率抽樣原則：第一階段抽出鄉鎮市區，第二階段字所抽中之樣本鄉鎮市區中再抽出村里，第三階段自樣本村裡抽出人。各階段各單位的抽樣，採抽取率與單位大小成比例的方式為之，使得每人被抽取的機率保持相等。

本研究之問卷調查採親訪的方式，即派訪員親自至受訪者家中進行訪問。抽取的樣本「除 1000 個正取樣本外，另外抽了 1500 個備取樣本，當政取樣本因故無法完成訪問（例如受訪者離家、出國或拒絕訪問等情況），則由備取樣本中遞補。總計台北市抽取了 6 個區，14 個里；台北縣共取了 7 個鄉鎮市，14 個村里；台中市抽取了 2 個區，4 個里；台中縣抽取了 3 個鄉鎮，6 個村里；高雄市抽取了 5 個區，8 個里；高雄縣抽取了 2 個鄉，4 個里。以上 50 個村里，每一個里再分別抽出 20 個正取樣本及 30 個備取樣本。各都會區抽出的樣本鄉鎮市區說明如下表 4-1。

以下第一節將介紹問卷設計的過程，主要針對焦點團體座談及試訪的結果做一簡要的陳述；第二節是問卷資料的說明；第三節是樣本資料說明，敘述受訪者的基本資料，及對空氣品質的態度、認知等。

表 4-1 台北、台中及高雄都會區樣本鄉鎮市區說明

台北市	村里數	台北縣	村里數	台中市	村里數	台中縣	村里數	高雄市	村里數	高雄縣	村里數
松山區	1	樹林鎮	2	西區	2	梧棲鎮	2	楠梓區	2	阿蓮鄉	2
信義區	2	瑞芳鎮	2	北區	2	外埔鄉	2	三民區	2	路竹鄉	2
大安區	3	永和市	2			清水鎮	2	苓雅區	1		
中山區	2	林口鄉	2					前鎮區	2		
中正區	3	淡水鎮	2					旗津區	1		
北投區	3	鶯歌鎮	2								
		泰山鎮	2								
合計	14		14		4		6		8		4

第一節 問卷設計

近年來，國內外以 CVM 方法評估改善空氣品質之經濟效益的文獻並不多，主要有陸雲【1993】、劉錦添【1993】、以及 Loehman et al.【1994】。本文首先參考以上三篇研究之附錄與問卷內容，設計出「台灣大都會地區改善空氣品質之經濟效益評估，與酸雨風險認知調查問卷初稿」，之後經過一次焦點團體座談及一次試訪，逐次修改問卷使之趨於完整，最後完成正式問卷。

一、焦點團體座談

焦點團體座談（focus group）在正式問卷的設計過程中，扮演相當重要的角色，主要的功能是為了減少研究人員和受訪者之間對問卷內容認知上的歧異，使設計問卷能為各階層的民眾接受與了解。

參與這次焦點座談會的成員有 10 人，男女人數各佔一半，教育程度為大學者 1 人，大專 3 人，高中或高職 3 人，初中 1 人，小學 2 人（焦點團體成員的基本資料請參見附錄 A 之焦點座談記錄）。桌壇當天對問卷初稿內容逐題討論，主要重點如下：

(一) 空氣品質等級改善的單位

[問法一]如果空氣品質改善可以使能見度提高，您願意每年支付多少元，使能見度最差的「一天」改善為中等？

[問法二]如果空氣品質改善可以使能見度提高，您願意每年支付多少元，使能見度最差的「那幾天」全部改善為中等？

經過焦點團體討論的結果，認為[問法二]較為適合。因為民眾再回答願付價格的問題時，必須考慮本身的預算限制。如果讓民眾回答改善一天願意支付的金額，他們可能會因此忽略了在回答時必須考慮一年內需要改善的總天數，以致於回答的金額過大，超過本身的所得預算限制。同時，有的受訪者認為空氣品質改善依天對其而言效用不大，因此希望全部的天數都能改善。

(二) 最多元負金額應採用以下何種支付工具(payment vehicle)較為適當？

[說明一]以政府預算的方式：改善空氣品質一般由政府預算支應，而政府收入來自您的納稅，所以當改善空氣品質的預算增多時，會使其他公共建設相對的減少。

[說明二]以額外課稅及提高物價的方法：改善空氣品質需要增加政府的預算和廠商的成本。所以如果改善空氣品質，會因此使您增加納稅支出及面對較高的物價。

[說明三]以捐錢給基金會的方式：如果政府成立改善空氣品質的基金會，請問您願意每年捐贈多少錢給基金會？

經過焦點團體討論[說明二]的結果，決定採用。與會多數人認為，改善空氣品質並不向整治河川等公共工程，可直皆由政府預算支應，而且改善空氣品質不論由政府或廠商方面著手進行，都會使民眾的支出增加，因此[說明二]較符合實際情況。而且成立基金會的方式，目前在國內較不為一般民眾普遍接受，所以也不適宜以此做為支付工具。

(三) 能見度的照片等級，和空氣品質指標的資料是否適當？

與會者皆認為適當，並建議能見度照片及其餘資料可製作成卡片，由訪員在訪問時出示給受訪者看，比較清楚。

二、問卷試訪

本問卷經過焦點團體座談之後，參加與會人員的意見修改問卷初稿，設計出「台灣大都會地區改善空氣品質之經濟效益評估，與酸雨風險認知調查試訪問卷」。試訪之目的主要是想藉此了解正式訪問時可能會遇到什麼困難、問卷的題意與語句是否清楚、以及受訪者接受的程度如何等等。完成試訪的問卷和計有 15 份，其中男性 7 人，女性 8 人，年齡介於 25 歲至 69 歲之間。綜合試訪結果及訪員意見，可歸納為三個重點：

(一) 本問卷主要是應用假設市場的方法來詢問民眾對改善「空氣品質」之願付價格。由於一般人平常不太會去思考此類的問題。因此在正式訪問前，必須加強都導及訪員的訓練，使訪員們都能清楚地敘述問題，並且使各訪員對問題的說明能盡可能地呈現一致性，以幫助受訪者回答問題。

舉例說明，如果有受訪者不認為空氣品質真的會改善，因此不願意付錢，此時訪員必須對其說明：此提示要受訪者在假設空氣品質一定會改善的前提下來作答。同樣的，如果有受訪者不願意接受任何補償而寧願空氣品質維持良好，此時訪員亦必須對受訪者說明：此題是在假設空氣品質已經惡化的前提下來作答。

另外，為避免受訪者因不了解題意而拒答或答非所問，本問卷刻意要求回答不願意支付或認為補償不合理的受訪者說明原因（可以複選）。若受訪者勾選某些選項（件附錄 B 之正式問卷），顯示受訪者可能部澡解題意，則請訪員重新說明後，請受訪員再一次回答之前的問題。此外，雖然我們選擇的支付工具是以額外課稅及提高物價的方式，但若有受訪者堅持改善空氣品質不應該由人民付錢，為使得到的問卷資料盡量可用，此時權宜的辦法是否告訴受訪者可由每廿的納稅中支出一筆金額來改善空氣品質，再問他願不願意出錢使空氣品質獲得改善。

(二) 三個不同等級能見度的照片是由山頂上鳥瞰台北盆地所拍照下來的。試訪時有受訪者表示在平地上較不易感受出這三個等級的差異，不容易估計出一年中這三等級的天數各佔多少百分比。因此，本問卷中決定不詢問受訪者其主觀認定一年內各不同等級能見度之總天數，而只提供各觀之能見度的天數資料。另外對受訪者強調這三章照片皆是在天氣晴朗的時候排社，因此照片中有霧不清楚的情況皆由空氣污染所造成。

(三) 「酸雨風險認知調查」單元有訪員反映，出示介紹酸雨得卡片會產生強烈的教育效果。因此一般受訪者在經受卡片的訊息後，表現的態度和接受前有明顯的差異。然而本研究除了想了解受訪者對酸雨的原始認知程度，同時亦想了解民眾在獲知酸雨的訊息後，是否會影響其回答的結果，因此將問卷分為甲、乙兩組，甲組訪員出示卡片，乙組訪員不出示。

在問卷設計過程中，承中研院調查研究工作室的奇麗老師及黃郎文老師，對於問卷的邏輯思考是否嚴謹一致、文詞的潤飾、及題目的訓序等，皆提供了許多寶貴的意見，方使正式問卷得以更臻完善。

第二節 問卷資料說明

一、能見度等級的設計

能見度 (visibility) 一般定義為正常肉眼能夠辨識在某一定方向之顯著目標的最大距離。普通氣象台所謂的能見度，是指地面水平方向超過半圓圈(非連續半圓)之「盛行能見度」(prevailing visibility)，而航空飛行上除關注地面水平能見度外，尚有「飛行能見度」(flight visibility)與「斜視能見度」(approach visibility)。此三種能見度有時並不相同，其中以盛行能見度最易觀察，而飛行能見度與斜視能見度則迄今無實際測定法則與機器，因此「跑道視程」(runway visual range)是最近世界各國採用觀測跑道能見度之較進步與精確的方法。

本文所指能見度，是指一般民眾較能感受的盛行能見度。有關各地區不同能見度等級之天數及天數百分比係根據中央氣象局之氣象觀測站在民國 83 年的氣象資料計算而得(表 4-2)。目前中央氣象局全省共有 25 個測站，為配合本研究的三個都會區，選取台北站、台中站、高雄站為代表。

表 4-2 民國 83 年台北、台中及高雄地區不同能見度等級之天數

單位：天/年(%)

能見度等級	台北地區	台中地區	高雄地區
最好 (<5 公里)	58 (16%)	55 (15%)	22 (6%)
中等 (5-12 公里)	194 (53%)	244 (67%)	255 (70%)
最差 (>=12 公里)	113 (31%)	66 (18%)	88 (24%)

資料來源：本文計算整理而得。

問卷中使用的三張能見度照片請氣象局的觀測者為我們判讀，能見度「最差」的等級約為 5 公里以下，「中等」的等級約為 5 公里(含)至 12 公里，「最好」的等級約為 12 公里(含)以上。氣象局每三個小時觀測一次能見度，另外上、下 9 點亦各觀察一次。計算時，區每日白天五個時點(8 點、9 點、11 點、14 點、17 點)的能見度資料，分別依劃分的三個等級歸類，計算此三個等級能見度的次數，最後再將各等級的次數除以總次數得出百分比。由於降雨會影響能見度，故排除降雨的因素，計算時凡是有降雨之時點的能見度皆略而不計。另外相對濕度接近 100%，能見度在 1 公里以下的情況稱之「重霧」，出線的機率非常小，本研究選取的時點為早上 8 點以後，此時霧多散去，所以不考慮重霧對能見度的影響。

二、空氣品質等級的統計

空氣品質對健康的影響可由空氣污染指標PSI¹值分為五個等級：良好、普通、不良、極不良、有害。首先計算民國 84 年台北地區、台中地區、高雄地區各月份各等級的天數，再將此三個地區各等級十二月份的日數分別加總，即可得民國 84 年全年台北、台中、高雄地區之空氣品質屬於以上五個等級的天數各有多少天。

台北、台中及高雄地區各月份空氣品質不同等級的日數，是將各該地區一般大氣測站²所測得的日數加以平均而得。台北地區計有 13 個一般大氣測站（台北市 5 個，台北縣 8 個），台中地區計有 5 個（台中市 2 個，台中縣 3 個），高雄地區計有 10 個（高雄市 5 個，高雄縣 5 個）。但有些測站有時會因通訊故障而沒有資料，此時的處理方式是將各地區各月測站測得的各等級日數分別加總後，除以該地區當月的總測定日數，在乘以當月的日數，即可得出調整後該月空氣品質各等級的日數。而台北、台中及高雄地區全年空氣品質不同等級的總日數，係經由加總各地區各月空氣品質不同等級的調整後日數求得（參見表 2-6）。

84 年 1 月至 9 月的資料系根據行政院環保署編印之「中華民國台灣地區空氣品質監測報告」第二卷第一期至第三期，84 年 10 月至 12 月的資料由於第四期尚未出版，故根據環保署發佈的空氣污染指標即時報導計算而得。

¹依據空氣品質監測站當日空氣中PM10、SO₂、NO₂、CO、O₃等濃度測值換算出該污染物之空氣污染副指標值，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）。PSI 值與健康影響如下：0-50—良好，51-100—普通，101-199—不良，200-299—極不良，大於 299—有害。

²一般大氣測站設置於人口密集極可能發生高污染的地區。

三、起始金額的決定

為了找出適當的起始金額，焦點團體座談試訪時採開放式問法，請受訪者回答願意支付多少金額來改善空氣品質，以及如果空氣品質惡化，希望接受多少金額的補償。正式訪問時，則採雙界二分選擇法，請受訪者回答願意或不願意支付某一給定之起始金額，或認定此一起始金額的補償合理或不合理。**Carson, Hanemann and Mitchell【1986】**指出，當受訪者面對第一個起始金額回答「願意」支付時，則第二個起始金額的設定約為第一個的兩倍；反之，若受訪者面對第一個起始金額回答「不願意」支付時，則第二個起始金額的設定約為第一個的二分之一。同理，在詢問補償方面，當受訪者面對第一個起始金額回答「合理」時，則第二個起始金額的設定約為第一個的二分之一；若受訪者面對第一個起始金額回答「不合理」，則第二個起始金額的設定約為中，且同一份問卷第一個的兩倍。根據這個原則，配合從焦點團體座談及試訪得到的金額資料，將起始金額分為十組。這十組起始金額以隨機的方式給訂於一千份正式問卷中，且同一份問卷中的所有起始金額屬於同一組（見附錄 C）。

第三節 樣本資料說明

本研究的問卷調查計畫，初步預計完成 1000 個樣本的調查，按照人口比例，其中台北地區佔 560 個樣本，台中地區佔 200 個樣本，高雄地區佔 240 個樣本。最後完成訪問的成功問卷總計 938 個樣本，台北地區計有 508 份，完訪率為 90.7%；台中地區的成功問卷有 190 份，完訪率為 95%；高雄地區有 240 份成功問卷，完訪率達 100%。

一、基本資料

三個都會地區受訪的基本資料，如男女人數、平均年齡、教育程度、目前工作狀態、個人所得及家庭總所得等，參見表 4-3。

表 4-3 台北、台中及高雄地區在民國 84 年的基本資料

單位：人（%）

	台北地區	台中地區	高雄地區
成功樣本數	508	190	240
男	239 (47)	115 (60.5)	113 (47.1)
女	269 (53)	75 (39.5)	127 (52.9)
平均年齡	42.9	44.7	42.1
教育程度			
小學及以下	155 (30.5)	72 (37.9)	81 (33.7)
國中／初中	69 (13.6)	22 (11.6)	34 (14.2)
高中／高職	141 (27.8)	54 (28.4)	63 (26.3)
大學／大專	127 (25.0)	36 (18.9)	62 (25.8)
研究所及以上	15 (3.0)	6 (3.2)	0
目前工作狀態			
就業	323 (63.6)	122 (64.2)	143 (59.6)
退休	50 (9.8)	17 (8.9)	28 (11.7)
未就業	9 (1.8)	6 (3.2)	7 (2.9)
學生	11 (2.2)	3 (1.6)	9 (3.7)
家庭管理	92 (18.1)	39 (20.5)	50 (20.8)
其他	23 (4.5)	3 (1.6)	3 (1.3)
平均家庭人口數	4.64	4.88	4.80

續表 4-3 台北、台中及高雄地區受訪者在民國 84 年的基本資料

	台北地區	台中地區	高雄地區
個人每月平均所得			
不滿一萬元	128 (25.2)	36(18.9)	78(32.5)
1-2 萬元以下	65 (12.8)	19(10.0)	45(18.8)
2-3 萬元以下	95 (18.7)	33(17.4)	40(16.7)
3-4 萬元以下	81 (15.9)	28(14.7)	36(15.0)
4-5 萬元以下	57 (11.2)	20(10.5)	17(7.1)
5-6 萬元以下	25 (4.9)	8(4.2)	10(4.2)
6-9 萬元以下	26 (5.2)	14(7.4)	6(2.5)
9 萬元以上	23 (4.6)	5(2.6)	6(2.5)
不詳及拒答者	8 (1.6)	27(14.3)	2(0.8)
平均 (元)	30,739	32,284	24,578
家庭總所得			
不滿 30 萬元	60 (11.8)	36(18.9)	40(16.7)
30-40 萬元以下	64 (12.6)	18(9.5)	34(14.2)
40-50 萬元以下	59 (11.6)	19(10.0)	38(15.8)
50-60 萬元以下	40 (7.9)	23(12.1)	23(9.6)
60-70 萬元以下	47 (9.3)	20(10.5)	19(7.9)
70-80 萬元以下	31 (6.1)	8(4.2)	23(9.6)
80-90 萬元以下	20 (3.9)	8(4.2)	9(3.7)
90-100 萬元以下	27 (5.3)	7(3.7)	7(22.9)
100-120 萬元以下	41 (8.1)	12(6.3)	17(7.1)
120-180 萬元以下	61 (12.0)	14(7.4)	17(7.1)
180-300 萬元以下	30 (6.0)	3(1.5)	8(3.3)
300 萬元以下	6 (1.2)	0	0
不詳及拒答者	22 (4.3)	22(11.6)	5(2.1)
平均 (元)	828,660	625,298	651,702

進一步根據「民國 83 中華民國台閩地區人口統計」及「民國 83 年收支調查報告」³ 的資料計算母體的基本資料，得知台北、台中及高雄 20 歲以上人口之性別比例、教育程度、個人每月平均所得、家庭所得如下表 4-4。

³因為民國 84 年之母體資料尚未出版，遂以民國 83 年之母體資料作為與民國 84 年樣本資料的跛叫基礎。

表 4-4 台北、台中及高雄地區居民在民國 83 年的基本資料

單位：%，元

	台北地區	台中地區	高雄地區
性別比例			
男	49.98%	50.62%	51.48%
女	50.02%	49.38%	48.52%
教育程度			
小學及以下	26.63%	34.00%	34.64%
國中／初中	26.88%	25.07%	25.47%
高中／高職	27.02%	26.87%	26.79%
大學／大專	18.73%	13.07%	12.77%
研究所及以上	0.73%	0.36%	0.30%
每月平均所得	42,266	36,052	35,192
家庭總所得	861,853	736,865	715,419

比較表 4-3 及表 4-4 之樣本與母體的資料，發現在性別比例方面，三各地區母體的男女人口比例幾乎相等，而台北與高雄兩地區之樣本的男女人口比例亦很接近，僅台中地區樣本的性別比例與母體的實際分配情況情形差距較大，其樣本中男性受訪者的比例約為女性受訪者的 1.5 倍。

在教育程度方面，台北地區 20 歲以上的人口中，大多數人的教育程度為高中／高職（27.0%），其次依序為國中／初中（26.9%），小學及以下（26.6%），大學／大專（18.7%），研究所及以上（0.7%）。而台北地區的樣本，以小學及以下（30.5%）佔最大比例，其次依序為高中／高職（27.8%），大學／大專（25.0%），國中／初中（13.6%），研究所及以上（3%）。台中地區母體的教育程度以小及以下（34.0%）佔最大比例，其次依序為高中／高職（26.9%），國中／初中（25.1%），大學／大專（13.7%），研究所及以上（0.4%）。台中地區的樣本同樣以小學及以下（37.9%）佔最大比例，其次則為高中／高職（28.4%），大學及大專（18.9%），國中／初中（11.6%），研究所及以上（3.2%）。高雄地區母體的教育程度以小學及以下（26.8%）佔最大比例，其次依序為高中／高職（26.8%），國中／初中（25.5%），大學／大專（12.8%），研究所及以上（0.30%）。高雄地區樣本的教育程度也是以小學及以下（37.7%）佔最大比例，其次則為高中／高職（26.3%），大學／大專（25.8%），國中／初中（14.2%），研究所及以上（0%）。由以上的說明歸納可知，三個地區的樣本中，教育程度為小學及以下和高中／高職者的人數比例與母體的實際情形很接近，大學／大專的人數比率較母體為高高中／高職的人數比例則叫母體為低。整體來

講，三個地區樣本的教育程度比母體高，其高中以上的人數比例約比母體多了 10%，而高中以下的人數比例則約比母體少了 10%。

在個人每月平均所得與全家年所得方面，樣本平均值皆比母體平均值為低；台北、台中及高雄地區樣本之個人每月平均所得分別比母體為低 27%、10%、30%，而全家年所得則分別較母體低 4%、15%、9%。究其原因，可能是由於問卷終將所得項目的調查分為數各級距讓受訪者勾選其一符合者，而計算平均數時則以各級距之中為數估算，因此造成低估。

二、空氣品質認知

就居住城市的空氣品質現況而言，台北地區的受訪者約有 19% 表示「普通」，有高達 50%「不滿意」，25%「很不滿意」。台中地區的受訪者約有 20% 表示「滿意」，43%「普通」，32%「不滿意」。高雄地區的受訪者則約有 24% 表示「普通」，47%「不滿意」，23%「很不滿意」。所以，在對其居住城市之空氣品質的主觀認知上，台中地區居民的滿意度最高，高雄次之，台北更次之。

就住家附近的空氣品質而言，台北地區有 24% 的受訪者認為「滿意」，43%「普通」，19%「不滿意」。而台中地區有 43% 的受訪者認為「滿意」，35%「普通」，17%「不滿意」。高雄地區有 27% 的受訪者認為「滿意」，35%「普通」，25%「不滿意」。所以，其對住家附近之空氣品質的主觀認知上，台中地區居民的滿意度最高，台北次之，高雄居為末。

綜合以上結果可以看出來，受訪者對其住家附近的空氣品質，要叫其對居住之整體都會區的空氣品質滿意程度來得高。另外無論就整個都會區或住家附近的空氣品質而言，台中地區受訪者滿意程度較高的人數比例。要比台北及高雄兩地區為大（見表 4-5）。

表 4-5 受訪者對空氣品質的滿意程度

	很滿意	滿意	普通	不滿意	很不滿意	不知道
都會區						
台北	3 (0.6)	18 (3.5)	96 (18.9)	255 (50.2)	128 (25.2)	8 (1.6)
台中	0 (0)	37 (19.5)	82 (43.2)	61 (32.1)	10 (5.3)	----
高雄	1 (0.4)	13 (5.4)	58 (24.2)	113 (47.1)	55 (22.9)	----
住家附近						
台北	28 (5.5)	121 (23.8)	216 (42.5)	98 (19.3)	45 (8.9)	----
台中	9 (4.7)	81 (42.6)	67 (35.3)	32 (16.8)	1 (0.5)	----
高雄	3 (1.3)	65 (27.1)	85 (35.4)	61 (25.4)	26 (10.8)	----

都會區的空氣污染來源方面，台北及台中的「多數受訪者皆認為「汽機車廢棄」為最主樣的污染來源，而「道路與工地揚塵」及「工廠廢氣」為次要的污染來源。而高雄」多數的受訪者則認為「汽機車廢棄」及「工廠廢氣」同時為最主要的污染來源（見表 4-6）。

表 4-6 都會地區空氣污染的來源

單位：%

	台北			台中			高雄		
	最主要	次要	再次要	最主要	次要	再次要	最主要	次要	再次要
汽機車排放廢氣	81.5	11.2	1.8	71.1	6.3	3.2	48.3	31.3	6.2
工廠排放廢氣	6.5	18.5	9.4	7.9	19.5	8.4	33.3	33.7	9.2
道路整修,工地揚塵	6.3	40.4	13.6	8.9	27.9	11.1	5.4	15.8	31.7
燃燒垃圾,稻草煙灰	1.8	4.7	4.5	5.3	5.3	8.9	6.2	4.2	3.7
攤販及餐飲業排煙	1.2	4.3	12.4	----	3.2	2.6	----	0.8	7.1
燃燒廢五金	0.6	1.6	2.2	----	2.1	1.1	1.3	2.5	3.7
其他	0.6	1.0	1.2	2.6	0.5	1.1	1.7	2.1	2.5
不知道	1.2	1.0	1.2	----	----	----	2.5	2.5	2.5

註：有的受訪者認為污染來源只有一項或只有兩項，甚至表示沒有污染來源，故各欄總何不為 100%。

在受訪者居住地區附近的污染來源方面，台北、台中的多數受訪者仍認為「汽機車廢氣」為最主要污染來源，而「道路與工地揚塵」與「工廠廢氣」為次要的污染來源。而高雄多數的受訪者則認為「汽機車廢棄」及「工廠廢氣」同時為最主要的污染來源，而「道路與工地揚塵」為次要的污染來源（見表 4-7）。

表 4-7 居住地區附近空氣污染的來源

單位：%

	台北			台中			高雄		
	最主要	次要	再次要	最主要	次要	再次要	最主要	次要	再次要
汽機車排放廢氣	55.5	11.8	2.0	45.8	4.7	3.7	48.3	31.3	6.2
工廠排放廢氣	9.1	5.5	3.7	6.3	7.4	3.7	33.3	33.7	9.2
道路整修,工地揚塵	10.6	24.8	5.5	15.8	15.8	4.7	5.4	15.8	31.7
燃燒垃圾,稻草煙灰	4.9	4.3	2.0	11.6	3.7	5.3	6.2	4.2	3.7
攤販及餐飲業排煙	2.8	4.7	7.9	0.5	3.2	0.5	---	0.8	7.1
燃燒廢五金	0.4	0.4	0.6		1.1		1.3	2.5	3.7
其他	1.8	2.2	0.8	5.3	0.5	1.1	1.7	2.1	2.5
不知道	0.4	0.4	0.8	---	---	---	2.5	2.5	2.5

註：有的受訪者認為污染來源只有一項或只有兩項，甚至表示沒有污染來源，故各欄總和不為 100%。

接下來我們就空氣品質對能見度、身體健康、清潔次數及支出、房屋建築及汽機車損壞速度四方面的影響程度，將受訪者的看法簡單說明如下。首先就空氣品質對能見度得影響而言，台北地區有 25%的受訪者認為「普通影響」，同時分別有 23%認為「一點影響」及「相當影響」。台中地區有 38%的受訪者認為「沒影響」，28%認為「一點影響」高雄地區則有 33%的受訪者認為「普通影響」23%認為只有「一點影響」（見表 4-8）。所以，綜合而言，台中地區之受訪者認為其居住之空氣品質影響能見度的程度，要較台北與高雄地區之受訪者所認為的小。

表 4-8 空氣品質對能見度的影響

單位：人（%）

	沒影響	一點影響	普通影響	相當影響	影響非常大	不知道
台北	98 (19.3)	115 (22.6)	127 (25.0)	115 (22.6)	46 (9.1)	7 (1.4)
台中	72 (37.9)	53 (27.9)	37 (19.5)	21 (11.1)	6 (3.2)	1 (0.5)
高雄	40 (16.7)	56 (23.3)	78 (32.5)	46 (19.2)	17 (7.1)	3 (1.3)

其次在空氣品質對身體健康方面，台北地區有 34% 的受訪者認為「相當影響」，21% 認為「影響非常大」。台中地區有 31% 的受訪者認為「沒影響」，另外有 22% 認為只有「一點影響」。高雄地區有 26% 的受訪者認為「普通影響」，25% 認為「相當影響」（見表 4-9）。所以，綜合而言，台中地區之受訪者認為其居住地區之空氣品質影響身體健康的程度，要較台北與高雄地區之受訪者所認為的小。其中以台北地區受訪者認為空氣品質「相當影響」身體健康的人數比例最高，高雄次之，台中居末。

表 4-9 空氣品質對身體健康的影響

單位：人（%）

	沒影響	一點影響	普通影響	相當影響	影響非常大	不知道
台北	67 (13.2)	69 (13.6)	92 (18.1)	171 (33.7)	106 (20.9)	3 (0.6)
台中	58 (21.5)	41 (21.6)	37 (19.5)	30 (15.8)	22 (11.6)	2 (11.1)
高雄	35 (14.6)	42 (17.5)	63 (26.3)	59 (24.6)	47 (17.1)	----

空氣品質對清潔次數及支出，台北地區有 21% 的受訪者認為「沒影響」，23% 認為「普通影響」，27% 認為相當影響。台中地區的受訪者則有 28% 認為「沒影響」，25% 認為「一點影響」，23% 認為「普通影響」。高雄地區有 22% 的受訪者認為「沒影響」，21% 認為「相當影響」（見表 4-10）。所以，綜合而言，以台北地區的受訪者認為其居住地區之空氣品質「相當影響」清潔次數及支出人數比例最高，高雄次之，台中居末。

表 4-10 空氣品質對清潔次數及支出的影響

單位：人（%）

	沒影響	一點影響	普通影響	相當影響	影響非常大	不知道
台北	106 (20.9)	87 (17.1)	118 (23.2)	135 (26.6)	62 (12.2)	----
台中	53 (27.9)	48 (25.3)	43 (22.6)	34 (17.9)	12 (6.3)	----
高雄	53 (22.1)	56 (23.3)	55 (22.9)	50 (20.8)	25 (10.4)	1 (0.4)

在空氣品質對房屋建設及汽機車損壞速度的影響方面，台中及高雄的受訪者大部分表示「沒影響」，分別有 37% 及 30% 的比例。台北地區則有 24% 的受訪者認為「普通影響」，22% 認為「相當影響」（見表 4-11）。所以，綜合而言，台中地區之首受訪者認為其居住地區之空氣品質影響房屋建築及汽機車損壞速度的程度，要較台中與高雄地區之受訪者所認為的小。其中以台北地區的受訪者認為空氣品質「相當影響」房屋建築及汽機車損壞速度的人數比例最高，高雄次之，台中居末。

房屋建築及汽機車損壞主要源自酸雨。根據實際資料顯示，酸雨最嚴重區域為北部都會區，平均酸鹼值為 4.54（台北站），每次降雨約有 80% 的機會均為酸雨；次嚴重之南部小港地區的平均酸鹼值為 4.76，酸雨發生機率高達 74%；而中部地區之平均酸鹼值為 5.17，酸雨發生機率为 46%，影響較輕微【林能暉，1996】。可見各地區民眾對酸雨造成實際損壞的主要認知與實際情況相符；台北地區最重，高雄次之，台中次之。

對減輕空氣污染政策的看法部份，三大都會區的受訪者絕大部分贊成強制汽機車使用無鉛汽油，贊成的比例分別台北約為 77%、台中 76% 及高雄 74%，同時大部分的受訪者也認為針對交通車輛及產業用戶隨由課徵空污費的措施是合理的，而且若是按車輛及產業用戶的污染排放量徵收空污費，則受訪者認為合理的比例更為提高（見表 4-12）。

表 4-11 空氣品質對房屋建築及汽機車損壞速度的影響

單位：人（%）

	沒影響	一點影響	普通影響	相當影響	影響非常大	不知道
台北	111 (21.9)	110 (21.7)	120 (23.6)	112 (22.0)	45 (8.9)	10 (2.0)
台中	70 (36.8)	43 (22.6)	42 (22.1)	23 (12.1)	6 (3.2)	6 (3.2)
高雄	72 (30.0)	63 (26.3)	58 (24.2)	28 (11.7)	18 (7.5)	1 (0.4)

表 4-12 受訪者對減輕空氣污染政策的看法

單位：人（%）

強制汽機車使用無鉛汽油					
	贊成	有條件贊成	不贊成	沒意見	不知道
台北	390 (76.8)	38 (7.5)	11 (2.2)	39 (7.7)	30 (5.9)
台中	144 (75.8)	15 (7.9)	12 (6.3)	11 (5.8)	8 (4.2)
高雄	178 (42.1)	23 (21.3)	8 (10.0)	15 (15.4)	16 (10.8)
隨油課徵空污費					
	合理	還算合理	不太合理	不合理	不知道
台北	213 (41.9)	139 (27.4)	39 (7.7)	57 (11.2)	60 (11.8)
台中	62 (32.6)	49 (25.8)	23 (12.1)	38 (20.0)	18 (9.5)
高雄	101 (42.1)	51 (21.3)	24 (10.0)	37 (15.4)	26 (10.8)
按污染排放量課徵空污稅					
	合理	還算合理	不太合理	不合理	不知道
台北	248 (48.8)	119 (23.4)	35 (6.9)	52 (10.2)	54 (10.6)
台中	91 (47.9)	38 (20.0)	21 (11.1)	26 (13.7)	14 (7.4)
高雄	112 (46.7)	49 (20.4)	22 (9.2)	27 (11.3)	30 (12.5)

就都會地區最需要改善的環境問題部份，台北地區約有 52%的受訪者認為是空氣污染問題，13%認為是垃圾問題；而有 27%的受訪者認為台北其次需改

善的環境問題為噪音問題。台中地區約有 35%的受訪者認為最需要改善空氣污染問題，17%認為是垃圾問題；而有 17%的受訪者認為台中地區其次需改善的環境問題才為空氣污染問題。高雄地區有 46%的受訪者認為最需要改善的是飲水品質，29%的受訪者認為最需要改善空氣污染問題；而有 28%的受訪者認為高雄地區其次才需要改善空氣污染問題（見表 4-13）。所以綜合而言，在眾多環境問題上，三大都會區民眾之主觀感受上空氣污染問題改善之迫切性以台北地區為最，台中地區次之，高雄地區居末。

表 4-13 台北、台中及高雄都會需要改善的環境污染問題

單位：%

	台北			台中			高雄		
	最需要	其次	再其次	最需要	其次	再其次	最需要	其次	再其次
空氣污染	51.6	16.9	8.7	35.3	17.4	6.3	29.2	28.3	11.7
河川污染	7.5	15.0	6.1	14.7	9.5	4.2	10.0	10.8	10.8
噪音問題	11.6	27.2	14.2	13.2	13.7	8.4	4.6	10.8	12.9
飲水品質	10.8	9.3	9.8	12.1	11.6	6.8	45.8	23.8	13.3
垃圾問題	12.8	16.5	21.1	16.8	13.2	9.5	7.9	14.6	16.3
有害廢棄物	3.3	3.1	5.3	3.2	6.3	4.7	1.3	2.9	10.0
不知道	1.2	1.0	1.0	4.7	4.7	4.7	0.8	0.8	0.8

註：有的受訪者認為最需要改善的環境問題只有一項或只有兩項，故各欄總合不為 100%。

第四節 酸雨風險認知

在酸雨風險認知調查這個部份，台北地區 508 位受訪者中，有 422 位（83%）曾聽過「酸雨」這個名詞，沒聽過酸雨的有 83 位（16%）。台中地區 190 位受訪者中，有 137（72%）曾聽過酸雨，49 位（26%）沒聽過酸雨。高雄地區的 240 位受訪者，則有 189 位（79%）聽過酸雨，51 位（21%）沒有聽過酸雨。本研究將受訪者隨機分為兩組，其中一組（甲組）由訪員出示介紹酸雨的卡片，另一組（乙組）則不出示，以比較兩組受訪對象者對酸雨風險的認知程度有何不同。三個都會區的受訪者聽過酸雨與否的人數比例，及是否接受卡片訊息的人數比例見表 4-14。

表 4-14 受訪者是否聽過酸雨及是否接受卡片

單位：人（%）

	是否聽過酸雨*		是否接受卡片訊息	
	聽過	沒聽過	是	否
台北	422 (83.1)	83 (16.3)	248 (48.8)	260 (51.2)
台中	137 (72.1)	49 (25.8)	81 (42.6)	109 (57.4)
高雄	189 (78.8)	51 (21.2)	121 (50.4)	119 (49.6)

在酸雨問題嚴重程度的認知方面，整體而言，三大都會區的受訪者中，認為台灣地區酸雨問題很嚴重及嚴重的比例，皆比認為居住城市的酸雨問題嚴重及嚴重的比率高。而在兩組受訪者態度的比較上，甲組受訪者認為台灣地區或居住城市酸雨問題重的人數比率比乙組受訪者高，乙組受訪者回答不知道酸雨問題重與否的人數比率則比甲組高。

就台灣地區的酸雨而言，台北地區甲組的受訪者中有 41%認為酸雨問題「嚴重」，19%認為「很嚴重」，17%認為「不嚴重」；乙組有 37%認為酸雨問題「嚴重」，19%認為「很嚴重」，18%認為「不嚴重」。台中地區甲組的受訪者中有 48%認為酸雨問題「嚴重」，15%認為「不嚴重」；乙組有 31%認為酸雨問題「嚴重」，16%認為酸雨問題「不嚴重」，11%認為「很嚴重」。高雄地區甲組的受訪者中，有 41%認為酸雨問題「嚴重」，20%認為「不嚴重」，14%認為「很嚴重」；乙組有 34%認為酸雨問題「嚴重」，17%認為「不嚴重」，13%認為「很嚴重」。綜合而言，三個都會區之大多數受訪者都認為台灣地區酸雨問題「嚴重」，其中甲組人數比例比乙組高。

另外，就居住成是的酸雨問題而言，台北地區甲組的受訪者中，有 32%認為「嚴重」，24%認為「不嚴重」，10%認為「很嚴重」；乙組有 30%認為「嚴重」，28%認為「不嚴重」。台中地區的受訪者中，甲組有 40%認為居住城市的酸雨問題「不嚴重」，20%認為「嚴重」；乙組有 30%認為「不嚴重」，16%認為「嚴重」。高雄地區甲組的受訪者中，認為居住城市的酸雨問題「嚴重」的有 34%，認為「不嚴重」的有 33%；乙組受訪者則有 28%認為「嚴重」，22%認為「不嚴重」，11%認為「很嚴重」。綜合而言，台北及高雄地區的受訪者都認為其居住城市的酸雨問題「嚴重」，台中地區則較多比例的受訪者認為「不嚴重」（見表 4-15）。

表 4-15 受訪者對酸雨問題嚴重程度的認知

單位：人（%）

	台北		台中		高雄	
	甲組	乙組	甲組	乙組	甲組	乙組
就台灣地區而言						
很嚴重	46 (18.5)	48 (18.5)	5 (6.2)	12 (11.0)	17 (14.0)	15 (12.6)
嚴重	102 (41.1)	95 (36.5)	39 (48.1)	34 (31.2)	49 (40.5)	40 (33.6)
不嚴重	42 (16.9)	47 (18.1)	12 (14.8)	17 (15.6)	24 (19.8)	20 (16.8)
完全沒問題	3 (1.2)	2 (0.8)	3 (3.7)	---	---	---
不知道	55 (22.2)	68 (26.2)	22 (27.2)	46 (42.2)	31 (25.6)	44 (37.0)
就居住城市而言						
很嚴重	25 (10.1)	22 (8.5)	2 (2.5)	4 (3.7)	7 (5.8)	13 (10.9)
嚴重	78 (31.5)	79 (30.4)	16 (19.8)	17 (15.6)	41 (33.9)	33 (27.7)
不嚴重	60 (24.2)	72 (27.7)	32 (39.5)	34 (31.2)	40 (33.1)	26 (21.8)
完全沒問題	15 (6.0)	6 (2.3)	4 (4.9)	8 (7.3)	---	3 (2.5)
不知道	70 (28.2)	81 (31.2)	27 (33.3)	46 (42.2)	33 (27.3)	44 (37.0)

對酸雨影響的認知方面，台北地區甲組的受訪者中約有 25-30%認為酸雨對人體健康、農作物、魚類「影響非常大」；約有 20-25%的受訪者認為酸雨對人體健康、森林、農作物、建築物及車輛有「相當影響」；22%的受訪者認為酸雨對湖泊河川有「普通影響」。

台北地區乙組的受訪者中，有 26-27%認為酸雨對農作物、人體健康「影響非常大」；25-31%的受訪者認為酸雨對人體健康、魚類、農作物、建築物及車輛、湖泊河川、森林等皆有「相當影響」（見表 4-16）。

表 4-16 台北受訪者對酸雨的認知

	項目	沒有影響	一點影響	普通影響	相當影響	影響非常大	不知道
甲組	湖泊河川	12 (4.8)	33 (13.3)	55 (22.2)	48 (19.4)	45 (18.1)	55 (22.2)
	森林	15 (6.0)	40 (16.1)	47 (19.0)	59 (23.8)	38 (15.3)	49 (19.8)
	人體健康	11 (4.4)	26 (10.5)	46 (18.5)	63 (25.4)	74 (29.8)	28 (11.3)
	農作物	9 (3.6)	28 (11.3)	47 (19.0)	58 (23.4)	63 (25.4)	43 (17.3)
	魚類	15 (6.0)	34 (13.7)	39 (15.7)	52 (21.0)	62 (25.0)	46 (18.5)
	建築物	15 (6.0)	40 (16.1)	45 (18.1)	59 (23.8)	44 (17.7)	45 (18.1)
	車輛	14 (5.6)	33 (13.3)	58 (23.4)	59 (23.8)	51 (20.6)	33 (13.3)
乙組	湖泊河川	7 (2.7)	35 (13.5)	40 (15.4)	67 (25.8)	35 (13.5)	75 (28.8)
	森林	10 (3.8)	30 (11.5)	40 (15.4)	66 (25.4)	40 (15.4)	73 (28.1)
	人體健康	4 (1.5)	27 (10.4)	40 (15.4)	80 (30.8)	67 (25.8)	41 (15.8)
	農作物	4 (1.5)	20 (7.7)	38 (14.6)	72 (27.7)	69 (26.5)	56 (21.5)
	魚類	4 (1.5)	24 (9.22)	40 (15.4)	76 (29.2)	50 (19.2)	65 (25.0)
	建築物	13 (5.0)	28 (10.8)	52 (20.0)	74 (28.5)	37 (14.2)	55 (21.2)
	車輛	11 (4.2)	24 (9.2)	54 (20.8)	74 (28.5)	46 (17.7)	50 (19.2)

台中地區甲組的受訪者中，分別有 20-30%的受訪者認為酸雨對農作物、人體健康及魚類的「影響非常大」；約 17-19%的受訪者認為酸雨對森林、農作物人體健康和建築物有「相當影響」，約 16%的受訪者認為酸雨對湖泊河川和農作物有「普通影響」。

台中地區乙組的受訪者中，回答不知道酸雨對各項目影響程度的比率很高，幾乎有 35-40%的比率。而 17-22%認為酸雨對農作物、人體健康及魚類、建築物及車輛「影響非常大」；約 17-20%的受訪者認為酸雨對農作物、魚類、湖泊河川、人體健康及車輛有「相當影響」（見表 4-17）。

表 4-17 台中受訪者對酸雨影響的認知

單位：人（%）

	項目	沒有影響	一點影響	普通影響	相當影響	影響非常大	不知道
甲組	湖泊河川	6 (7.4)	18 (22.2)	13 (16.0)	11 (13.6)	9 (11.1)	24 (29.6)
	森林	6 (7.4)	13 (16.0)	10 (12.3)	15 (18.5)	12 (14.8)	25 (30.9)
	人體健康	6 (7.4)	13 (16.0)	15 (18.5)	14 (17.3)	17 (21.0)	16 (19.8)
	農作物	2 (2.5)	9 (11.1)	13 (16.0)	16 (19.8)	22 (27.2)	19 (23.5)
	魚類	4 (4.9)	17 (21.0)	14 (17.3)	10 (12.3)	15 (18.5)	21 (25.9)
	建築物	4 (4.9)	15 (18.5)	20 (24.7)	14 (17.3)	10 (12.3)	18 (22.2)
	車輛	4 (4.9)	15 (18.5)	17 (21.0)	17 (21.0)	12 (14.8)	16 (19.8)
乙組	湖泊河川	5 (4.6)	12 (11.0)	15 (13.8)	19 (17.4)	14 (12.8)	44 (40.4)
	森林	4 (3.7)	14 (12.8)	14 (12.8)	16 (14.7)	15 (13.8)	46 (42.2)
	人體健康	4 (3.7)	12 (11.0)	13 (11.9)	18 (16.5)	22 (20.2)	40 (36.7)
	農作物	3 (2.8)	9 (8.3)	11 (10.1)	22 (20.2)	24 (22.0)	40 (36.7)
	魚類	4 (3.7)	9 (8.3)	11 (10.1)	21 (19.3)	19 (17.4)	45 (41.3)
	建築物	6 (5.5)	11 (10.1)	20 (18.3)	16 (14.7)	18 (16.5)	38 (34.9)
	車輛	6 (5.5)	11 (10.1)	17 (15.6)	19 (17.4)	18 (16.5)	38 (34.9)

高雄地區甲組的受訪者中，別有 18-25%的受訪者認為酸雨對農作物、魚類及人體健康的「影響非常大」；26-31%的受訪者認為酸雨對農作物、人體健康、魚類、建築物及車輛有「相當影響」；27-31%的受訪者則認為酸雨對森林河川有「普通影響」。

高雄地區乙組的受訪者中，有 21-29%認為酸雨對農作物、人體健康、魚類及車輛的「影響非常大」；另外約有 23-25%的受訪者認為酸雨對人體健康、農作物及魚類有「相當影響」（見表 4-18）。

綜合以上結果，有比較多比率的受訪者認為酸雨對人體健康、農作物及魚類的影響非常大或有相當影響。乙組訪員回答不知道酸雨影響的比率較甲組訪員高，可見提示卡片訊息有提醒受訪者酸雨影響的效果。

表 4-18 高雄受訪者對酸雨影響的認知

單位：人（%）

	項目	沒有影響	一點影響	普通影響	相當影響	影響非常大	不知道
甲組	湖泊河川	5 (4.1)	11 (9.1)	33 (27.3)	28 (23.1)	15 (12.4)	29 (24.0)
	森林	5 (4.1)	8 (6.6)	37 (30.6)	25 (20.7)	19 (15.7)	27 (22.3)
	人體健康	----	17 (14.0)	32 (26.4)	33 (27.3)	22 (18.2)	17 (14.0)
	農作物	----	8 (6.6)	25 (20.7)	37 (30.6)	30 (24.8)	21 (17.4)
	魚類	3 (2.5)	9 (7.4)	25 (20.7)	32 (26.4)	23 (19.0)	29 (24.0)
	建築物	6 (5.0)	17 (14.0)	39 (32.2)	31 (25.6)	10 (8.3)	18 (14.9)
	車輛	6 (5.0)	17 (14.0)	31 (25.6)	32 (26.4)	16 (13.2)	19 (15.7)
乙組	湖泊河川	9(7.6)	15(12.6)	15(12.6)	27(22.7)	20(16.8)	33(27.7)
	森林	6(5.0)	14(11.8)	18(15.1)	23(19.3)	21(17.6)	37(31.1)
	人體健康	7(5.9)	11(9.2)	10(8.4)	28(23.5)	31(26.1)	32(26.9)
	農作物	2(1.7)	4(3.4)	13(10.9)	29(24.4)	35(29.4)	36(30.3)
	魚類	5(4.2)	12(10.1)	7(5.9)	30(25.2)	25(21.0)	40(33.6)
	建築物	10(8.4)	14(11.8)	21(17.6)	25(21.0)	17(14.3)	32(26.9)
	車輛	9(7.6)	11(9.2)	22(18.5)	21(17.6)	26(21.8)	30(25.2)

在受訪者對酸雨的容忍程度方面，台北及高雄的受訪者大多數表示「勉強可以接受」酸雨，比率都在 45% 以上，以高雄甲組的 53% 最高。受訪者表示「不可以容忍」酸雨的程度，以台中（甲組 28%、乙組 26%）叫台北與高雄（兩第甲乙組皆為 20% 左右）。綜合而論，台北與高雄地區大部分的受訪者表示「勉強可以容忍」酸雨，僅有台中地區較多的「受訪者表示「可以容忍」酸雨。為要注意三各地區約有 20-30% 的民眾均表示酸雨以到了「不可容忍」的程度（見表 4-19）。

表 4-19 受訪者對酸雨的忍受程度

單位：人（%）

	台北		台中		高雄	
	甲組	乙組	甲組	乙組	甲組	乙組
可以容忍	71(28.6)	60(23.1)	30(37.0)	23(21.1)	31(25.6)	32(26.9)
勉強可以	123(49.6)	120(46.2)	25(30.9)	40(36.7)	64(52.9)	54(45.4)
不可以容忍	50(20.2)	54(20.8)	23(28.4)	28(25.7)	25(20.7)	24(20.2)
不知道	4(1.6)	26(10.0)	3(3.7)	18(16.5)	1(0.8)	9(7.6)

酸雨對個人身體健康的影響部份，台北甲組有 10%的受訪者認為「影響非常大」；台中甲組有 22%的受訪者認為有「相當影響」；高雄甲組有 26%的受訪者認為有「普通影響」，且有 27%的受訪者認為有「一點影響」；高雄乙組則有 26%的受訪者認為「沒有影響」（見表 4-20）。

表 4-20 酸雨對個人身體健康的影響

單位：人（%）

	台北		台中		高雄	
	甲組	乙組	甲組	乙組	甲組	乙組
沒有影響	53(21.4)	43(16.5)	17(21.0)	20(18.3)	22(18.2)	31(26.1)
一點影響	46(18.5)	52(20.0)	13(16.0)	22(20.2)	33(27.3)	21(17.6)
普通影響	61(24.6)	48(18.5)	11(13.6)	16(14.7)	31(25.6)	27(22.7)
相當影響	41(16.5)	46(17.7)	18(22.2)	12(11.0)	16(13.2)	11(9.2)
影響非常大	25(10.1)	22(8.5)	5(6.2)	3(2.8)	6(5.0)	10(8.4)
不知道	22(8.9)	48(18.5)	17(21.0)	36(33.0)	13(10.7)	19(16.0)

台北甲組有 72%的受訪者曾採取防範酸雨的措施，乙組有 75%；台中甲組及乙組分別有 56%及 36%的受訪者曾採取防範酸雨措施；高雄甲組及乙組分別有 56%及 40%的受訪者曾採取防範酸雨措施。防範酸雨的措施中以「小雨傘或戴帽」及「經常洗頭髮」最常被受訪者所採用（見表 4-21）。

表 4-21 受訪者防範酸雨的措施

單位：人（%）

	台北		台中		高雄	
	甲組	乙組	甲組	乙組	甲組	乙組
自用車家兩套或購買停車位	23.0	17.3	21.0	11.9	23.1	16.8
小雨傘或戴帽	56.5	62.7	34.6	28.4	47.1	20.2
避免雨天外出	37.1	38.1	27.2	19.3	38.8	25.2
經常清洗頭髮	52.0	53.1	29.6	19.3	46.3	26.1
建築物常刷油漆	5.2	6.2	7.4	2.8	11.6	3.4
其他	0.8	0.8	1.2	0.9	0.8	0.8

註：本題為複選題，故各欄加總比例超過 100%。

在台灣酸雨來源的認知方面，多數受訪者表示不知道台灣的酸雨主要來自什麼地區。其次約有 25-32% 的受訪者認為台灣的酸雨來自台灣本島（見表 4-22）。

表 4-22 受訪者對台灣酸雨來源的認知

單位：人（%）

	台北		台中		高雄	
	甲組	乙組	甲組	乙組	甲組	乙組
台灣本島	80(32.3)	82(31.5)	22(27.2)	28(25.7)	37(30.6)	32(26.9)
大陸	16(6.5)	31(11.9)	5(6.2)	7(6.4)	7(5.8)	4(3.4)
東南亞各國	5(2.0)	2(0.8)	2(2.5)	3(2.8)	3(2.5)	1(0.8)
日本或韓國	2(0.8)	2(0.8)	1(1.2)	1(0.9)	--	--
不知道	144(58.1)	143(55.0)	51(63.0)	69(63.3)	74(61.2)	82(68.9)

在酸雨問題的重要性方面，大多數受訪者認為與其他環保問題相比較，酸雨問題是「重要課題之一」，以高雄甲組的 69% 最高。台北乙組則有 19% 的受訪者認為酸雨問題是「較不重要的課題」（見表 4-23）。

在政府對酸雨問題的重視程度方面，台北甲組及乙組分別有 34% 及 32% 的受訪者認為與其他環保問題比較，政府「較不重視」酸雨問題；台中地區甲組及乙組有 25% 及 28% 的受訪者認為政府「較不重視」酸雨問題；高雄地區甲組及乙組有 25% 及 28% 的受訪者認為政府「較不重視」酸雨問題；同時台北地區甲組有 19% 的受訪者認為政府「很不重視」酸雨問題（見表 4-24）。

表 4-23 與其他環保問題比較酸雨問題的重要性

單位：人（%）

	台北		台中		高雄	
	甲組	乙組	甲組	乙組	甲組	乙組
最重要課題	24(9.7)	18(6.9)	5(6.2)	8(7.3)	8(6.6)	10(8.4)
重要課題之一	155(62.5)	150(57.7)	47(58.0)	57(52.3)	84(69.4)	67(56.3)
較不重要課題	42(16.9)	50(19.2)	9(11.1)	11(10.1)	15(12.4)	19(16.0)
最不重要課題	5(2.0)	4(1.5)	--	1(0.9)	--	
不知道	22(8.9)	38(14.6)	20(24.7)	32(29.4)	14(11.6)	23(19.3)

表 4-24 與其他環保問題比較政府對酸雨問題重視的程度

單位：人（%）

	台北		台中		高雄	
	甲組	乙組	甲組	乙組	甲組	乙組
很重視	5(2.0)	1(0.4)	2(2.5)	1(0.9)	1(0.8)	2(1.7)
重視	18(7.3)	25(9.6)	11(13.6)	10(9.2)	16(13.2)	18(15.1)
普通	45(18.1)	37(14.2)	12(14.8)	17(15.6)	20(16.5)	19(16.0)
較不重視	84(33.9)	82(31.5)	20(24.7)	30(27.5)	37(30.6)	30(25.2)
很不重視	48(19.4)	45(17.3)	10(12.3)	15(13.8)	16(13.2)	12(10.1)
不知道	48(19.4)	70(26.9)	26(32.1)	36(33.0)	31(25.6)	38(31.9)

第五章 實證模式與計量方法

在第三章第四節中曾介紹 CVM 方法中常用之喊價方式，包括：（1）開放式喊價法（open-ended bidding），又稱直接喊價法：係直接要求受訪者填寫其對改善某環境財之願付金額，（2）封閉式喊價法（close-ended bidding），又稱投票式喊價法（referendum bidding）；係詢問受訪者是否願意支付指定金額以改善環境財，（3）逐步競價法（sequential bidding）；即詢問受訪者是否願意支付指定金額以改善環境財，若受訪者願意，則提高金額直至受訪者回答不願意為止，反之，若受訪者一開始回答不願意，則降低金額直至受訪者回答願意為止，以及（4）支付卡法；要求受訪者在一系列連續價格選項中，圈選其願意支付的金額以改善環境財。

以上四種喊價方法各有其優劣。開放式喊價法在使用上雖較為方便，且可減少問卷空間與調查成本，不過受訪者一般說來很少思考環境財的價格，很難直接對其定價，實證顯示此法之調查結果的變異程度也因此較大，所以調查時需要較多的樣本數。而封閉式喊價法因為直接要求受訪者回答願意或不願意支付某金額，非常類似消費者的一般購買行為：價錢合理就買，太貴就不買，所以近年來在有關 CVM 的文獻裡，有應用越來越廣之趨勢，本文因此採用封閉式喊價法。

由於採用封閉式喊價法時，我們無法直接觀察到受訪者願付金額（willingness to pay; WTP）的大小，而只能觀察到受訪者是否願意支付的政策，所以得到的資料是不連續資料，在統計分析上通常以間斷選擇模型（discrete choice model）來分析。又因為受訪者之答案為願意或不願意支付，文獻中一般以二分選擇模型（dichotomous choice model）稱之。根據是否詢問受訪者一次或多次門檻金額（threshold value），又可再進一步區分為單界二分選擇（single-bounded dichotomous choice）或雙界二分選擇（double-bounded dichotomous choice）。本章第一節與第二節將分別對單界與雙界選擇實證模型之理論依據加以闡釋。

第一節 單界二分選擇模型

Bishop and Heberlein 於 1979 年最早利用單界二分選擇模型的經濟價值評估。其後 Hanemann 【1984】以隨機有效理論(random utility theory)分析受訪者面對是否願意支付金額改善環境財的選擇行為，提供了單界二分選擇模型的個體經濟理論基礎。相對於 Haneman 的方法，Cameron 【1988】利用對偶概念，已支出函數的差額來分析受訪者在不同環境品質下對環境財的選擇行為。以下分別介紹 Hanemann 和 Cameron 的模型。

一、Hanemann 的間斷選擇模型

假設受訪者的間接效用函數 $U(j;Y;S)$ 包含兩個部份：可以觀察到且確定的部份 (deterministic part)，及吳法官查得知的隨機誤差部份 (stochastic part)，如是 (5-1)：

$$U(j;Y;S) = V(j;Y;S) + \varepsilon_j \quad j = 0,1 \quad (5-1)$$

其中 $j=1$ 表示受訪者面對起價金額 T 元時，回答願意支付； Y 是受訪者的貨幣所得； S 是受訪者的社會經濟特徵變數與環境態度變數之向量； ε_j 是互相獨立且有相同分配的隨機變數，其平均數為 0，變異數為 σ^2 。在此效用函數的假設下，受訪者回答願意支付 T 元改善空氣品質的條件為：受訪者支付 T 元以獲得較好空氣品質的效用水準大於或等於其不支付 T 元而維持於空氣品質的效用水準，如式 (5-2)：

$$V(1, Y-T; S) + \varepsilon_1 \geq V(0, Y; S) + \varepsilon_0, \quad (5-2)$$

反之，如果上述條件不成立，則受訪者回答不願意支付 T 元。因此受訪者願意支付 T 元的機率分配可以表示為：

$$\begin{aligned} P1 &= \Pr \{ \text{受訪者回答願意支付 } T \text{ 元} \} \\ &= \Pr \{ U(1, Y-T; S) \geq U(0, Y; S) \} \\ &= \Pr \{ V(1, Y-T; S) + \varepsilon_1 \geq V(0, Y; S) + \varepsilon_0 \} \\ &= \Pr \{ \eta \leq \Delta V \} , \end{aligned} \quad (5-3)$$

上式中， $\eta \equiv V(1, Y-T; S) - V(0, Y; S)$ 。而受訪者不願意支付 T 元的機率分配為：

$$\begin{aligned}
 P_0 &= \Pr \{ \text{受訪者不願意支付} T \text{元} \} \\
 &= \Pr \{ U(1, Y-T; S) < V(0, Y; S) \} \\
 &= \Pr \{ V(1, Y-T; S) + S_1 < V(0, Y; S) + \varepsilon_0 \} \\
 &= \Pr \{ \eta > \Delta V \} \\
 &= 1 - P_1。
 \end{aligned} \tag{5-4}$$

假設隨機變數 η 的累積分配函數為 $F(\cdot)$ ，則受訪問者願支付 T 元的機率可寫為 $P_1 = F_\eta(\Delta V)$ ，而受訪者不願意支付 T 元的機率分配為 $1 - F_\eta(\Delta V)$ 。因此如果隨機變數 η 的分配型態為 **Fogustuc** 分配，則受訪者願支付 T 元的機率為 **Logit** 模型：

$$P_1 = F_\eta(\Delta V) = \frac{1}{1 + \exp(-\Delta V)}。 \tag{5-5}$$

又如果 η 的分配型態為標準常態分配，則受訪者願支付 T 元的機率為 **Probit** 模型：

$$P_1 = F_\eta(\Delta V) = \int_{-\infty}^{\Delta V} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp^{-\left(\frac{\eta^2}{2}\right)} d\eta \tag{5-6}$$

由式 (5-5) 及 (5-6) 可以看出，消費者（受訪者）選擇願意與不願意支付 T 元的機率，會受到其在不同選擇下之效用差額 ΔV ，以及 η 之累積分配函數所影響。在此我們以效用函數為所得的線性函數為例說明並將受訪者的社經特徵與環境態度向量 S 納入模型中考慮。

假設受訪者的校用函數環境品質、個人所得、社經特徵與環境態度等變術數的線性函數，則其在兩種不同選擇下的間接效用函數分別為：

$$\begin{aligned} V(1, Y; S) &= \alpha_1 + \beta_1(Y - T) + \gamma_1 S, \\ V(0, Y; S) &= \alpha_0 + \beta_0 Y + \gamma_0 S. \end{aligned} \quad (5-7)$$

效用函數的差額 ΔV 因此為：

$$\Delta V = (\alpha_1 - \alpha_0) + \beta_1(Y - T) - \beta_0 Y + (\gamma_1 - \gamma_0)S. \quad (5-8)$$

假設所得的邊際效用固定，即無論受訪者是否願意支付 T 元，皆不會影響其所得的邊際效用，則式(5-8)可改寫成：

$$\Delta V = \alpha - \beta T + \gamma S, \quad (5-9)$$

其中 $\alpha = \alpha_1 - \alpha_0$ ， $\beta = \beta_1 - \beta_0$ ， $\gamma = \gamma_1 - \gamma_0$ 。因此，受訪者願意支付 T 元的機率模型：

$$P1 = F \eta (\alpha - \beta T + \gamma S), \quad (5-10)$$

至於上是模型中的參數，可利用最大概似法估計之。例如，當 η 為 logistic 分配，概似函數為

$$\begin{aligned} L &= \prod_{i=1}^n (P_1^i)^{k_i} (1 - P_1^i)^{1-k_i} \\ &= \prod_{i=1}^n \left(\frac{\exp(\Delta V_i)}{1 + \exp(\Delta V_i)} \right)^{k_i} \left(\frac{1}{1 + \exp(\Delta V_i)} \right)^{1-k_i} \\ &= \prod_{i=1}^n \left(\frac{\exp(\Delta V_i)}{1 + \exp(\Delta V_i)} \right)^{k_i} \left(\frac{1}{1 + \exp(\Delta V_i)} \right)^{1-k_i} \\ &= \prod_{i=1}^n \frac{\exp(x_i \beta K_i)}{1 + \exp(X_i \beta)} \end{aligned} \quad (5-11)$$

其中 P_i^i = 第 i 個受訪者願意支付 T 元的機率； $K_i=1$ ，表示第 i 個受訪者願意支付 T 元， $K_i=0$ ，第 i 個受訪者不願意支付 T 元； n 為全部樣本數； $\Delta V_i = \alpha - \beta T_i + \gamma S_i$ 。將式 (5-12) 取自然對數後得到：

$$\ln L = \beta \sum_{i=1}^n X_i K_i - \sum_{i=1}^n \ln[1 + \exp(X_i \beta)]。$$

利用最大概似法，推導極大化式 (5-12) 的一階條件：

$$\frac{\partial \ln L}{\partial \beta} = - \sum_{i=1}^n \frac{\exp(X_i \beta)}{1 + \exp(X_i \beta)} X_i + \sum_{i=1}^n X_i K_i = 0， \quad (5-13)$$

在配合 Newton Raphson 反覆法可估計出 $\hat{\beta}_{ML}$ 。

至於願付價值 WTP 的估計，由隨機效用理論可知，受訪者 I 是否願意支付 T 元以獲得較好的空氣品質決定於條件 $V(1, Y-T; S) + \varepsilon_1 = V(0, T; S) + \varepsilon_0$ ，及 $\Delta V = \varepsilon_0 - \varepsilon_1 = \eta$ 。因此在效用函數為所得及個人社經特徵和環境態度向之線性函數的假設下，個人的 WTP 可以表示為隨機變數 η 的單調轉換函數：

$$T = WTP = \frac{\alpha + \gamma S}{\beta} - \frac{\eta}{\beta} \quad (5-14)$$

據此，Hanemane 提出三種不同概念估計願付價值的方法。假設 η 為 Logistic 分配，且以 $gr(\cdot)$ 表示表示 T 的機率密度函數， $Gr(\cdot)$ 表示 T 的累積分配函數，則各不同概念之下願付價值 (WTP) 的計算說明如下：

1、計算 WTP 的平均數

$$T^* \equiv E(T) = \int_0^{\infty} [1 - G(T)] dT - \int_0^{\infty} G(T) dT = \frac{\alpha + \gamma S}{\beta}。$$

2、計算WTP的中位數

由於 WTP 決定 $U(1, Y - T^*; S)$ ，因此在隨機的情況下， $\Pr\{U(1, Y - T^*; S) \geq U(0, Y; S)\} = \Pr\{U(1, Y - T^*; S) < U(0, Y; S)\} = 0.5$ ；即消費者在面對 T 元的金額時，支付與否的機率都等於 50%。因為 $\Pr(\text{受訪者願意支付 } T^m \text{ 元}) = \Pr(\text{受訪者願付金額高於 } T^m \text{ 元})$ ，所以 $\Pr(\eta \leq \Delta V(T^m)) = 1 - G_E(T^m)$ ；而 $G_E(T^m) = 0.5$ ，故 T^m 可解釋為受訪者願付金額分配 $G_E(\cdot)$ 的中位數。在線性效用函數的假設下可得：

$$T^m = \frac{\alpha + \gamma S}{\beta} \quad (5-16)$$

3、以效用期望值的概念求WTP

觀察受訪者支付與否的平均效用水準，在二者相等時決定均衡的 WTP 值 T^{**} ；即

$$\begin{aligned} E\{U(0, Y; S)\} &= E\{U(1, Y - T^{**}; S)\}, \\ V(1, Y - T^{**}; S) + E(\varepsilon_1) &= V(0, Y; S) + E(\varepsilon_0). \end{aligned}$$

因為 $E(\varepsilon_1) = E(\varepsilon_0) = 0$ 。故在線性效用函數的假設下可得：

$$T^{**} = \frac{\alpha + \gamma S}{\beta} \quad (5-17)$$

由式 (5-15)，(5-16) 與 (5-17) 得知：在效用函數為所得之線性函數的假設下，所得的邊際效用相等，而 T^* 、 T^m 、 T^{**} 的估計式均相同，所以無須考慮以何種概念計算 WTP。但如果是其他類型的效用函數，則估計結果並不一定相同。至於選擇效用函數為何種型態及誤差項為何種機率分配，並沒有一定標準，往往因研究目的與資料特性，由研究人員判斷，並且透過各種統計檢定決定最適合的實證模型。

一、Cameron 的 Censored Logit 模型

Cameron(1988)認為二分選擇資料傳達的訊息比傳統の間斷選擇資料多。二分選擇資料不僅是序列的 (ordered)，而且問卷中設定的起價金額 (或稱門檻金額) 也是可以觀察的。Hanemann 將之視為非排序列の間斷選擇變數處理，顯然沒有充分利用起價金額所提供的訊息。以下介紹 Cameron 的 Censored Logit Model：

$$Y = X\beta + u, \quad (5-18)$$

Y 代表受訪者心目中的願付價值，為不可觀察的變數； u 是項誤差，服從 Logistic 分配，平均數為 0，標準差為 b ，離散參數 $k = \frac{b\sqrt{3}}{\pi}$ 。由於二分選擇資料的起價金額是可觀察的，令間斷選擇變數 I 符合：

$$\begin{aligned} I_i &= 1 & \text{if } Y \geq T \\ &= 0 & \text{otherwise,} \end{aligned} \quad (5-19)$$

T 是問卷中設定的起價金額，若受訪者 I 心目中的願付價值大於或等於給定之起價金額，其表示願意支付 T 元，此時 $I_i = 1$ ；反之，若受訪者 I 心目中的願付價值小於給定之起價金額，其表示不願意支付 T 元，此時 $I_i = 0$ 。因此，受訪者願意支付 T 元的機率分配可以表示為：

$$\begin{aligned} \Pr(I=1) &= \Pr(Y \geq T) \\ &= \Pr(u \geq T - X'\beta) \\ &= \Pr\left(\frac{u}{k} \geq T - X'\beta\right) \\ &= 1 - \Pr\left(\phi\left(\frac{T - X'\beta}{k}\right)\right) \\ &= 1 - \phi\left(\frac{T - X'\beta}{k}\right), \end{aligned} \quad (5-20)$$

其中， $\varphi = \frac{u}{k}$ 為標準 Logistic 分配， $\phi(\cdot)$ 為 ϕ 的累積機率分配。最大概似函數 L 為：

$$L = \prod_{i \in I=1} \Pr(Y_i \geq T_i) \cdot \prod_{i \in I=0} \Pr(Y_i < T_i)$$

$$= \prod_i \left[1 - \phi\left(\frac{T_i - X_i\beta}{K}\right) \right]^{I_i} \cdot \left[\phi\left(\frac{T_i - X_i\beta}{K}\right) \right]^{(1-I_i)} \quad (5-21)$$

將上式取自然對數，可得：

$$\ln L = \sum_{i=1}^n \left\{ I_i \cdot \ln \left[1 - \phi\left(\frac{T_i - X_i\beta}{K}\right) \right] + (1 - I_i) \cdot \ln \left[\phi\left(\frac{T_i - X_i\beta}{K}\right) \right] \right\} \quad (5-22)$$

假定 Y 為 log-normal 分配，Cameron 導出受訪者 WTP 中位數的計算公式為：

$$WTP^+ = \exp(k^*(\alpha + \Gamma s)) ; k = -\frac{1}{\beta} \quad (5-23)$$

Cameron 進一步利用動差母函數 (the moment-generation function) 導出受訪者 WTP 的平均數為：

$$WTP^* = E(WTP) = WTP^* \Gamma(1-k) \Gamma(1+k) \quad (5-24)$$

其中， $\Gamma(\bullet)$ 表示 Gamma 函數，K 為參數。如果效用為所得的線性函數則 Cameron 計算之 WTP 的中位數等於 WTP 的平均數。

第二節 雙界二分選擇模型

如前所述，利用二分選擇模型分析封閉式喊價法所得到的資料，可以減少其他喊價所產生的偏誤，因此過去幾年來經濟學家廣泛地應用二分選擇模型來評估環境資元的經濟價值。雖然如此。單界二分選擇法在統計上卻是較無效率的，因其需要大量的樣本觀察值才能估計出資源價值的分配。為了降低此方法的無效率性，Carson, Haneman and Mitchell【1986】首先提出一個替代的喊價方式---在詢問受訪者是否願意支付某給定之門檻金額（threshold value）以改善環境品值的問題後，接著提出第二個門檻金額詢問受訪者的支付意願；也就是受訪者需連續面對兩次詢價；此即所謂的雙界二分選擇（double-bounded dichotomous choice；或 dichotomous choice with following-up，簡稱 DCF）。

在問卷設計上，當受訪者對第一個門檻金額回答願意支付時，則將金額提高，在次詢問受訪者是否願意支付第二個較高的門檻；反之，若受訪者對第一個門檻金額回答不願意支付時，則在設定第二個較低的門檻金額，詢問受訪者是否願意支付。

Carson and Mitchell【1987】使用存活分析模型（servial analysis model）分析雙界二分選擇資料。存活分析的理論及模型，我們將於下一節中介紹。Hanemann【1991】則假設隨機誤差為常態分配，以最大概似機率模型分析雙界二分選擇資料。以上兩篇文獻皆維持一個假說：受訪者在回答問卷中的兩個CVM問題時，對於所評估的環境只存在一個真實願付價值。

然而，受訪者在回答兩個問題的當時，心中的願付價值是否相同仍有待討論。目前許多使用單界二分選擇法的實證研究皆假設誤差項為 Logistic 分配，因此排除了受訪者在回答兩個CVM問題時，心中可能存有不願付價值之可能性。為實證檢定此可能性，Cameron【1994】設定誤差項為常態分配，並利用二元常態機率密度函數（bivariate normal probability density function）將願付價值分配之誤差項的相關係數考慮於其模型推估之中，以下將簡單介紹 Cameron 模型。

假設每個受訪者的心中皆會對問題中之環境資源存有一個真實願付價值，設定為 y_{li} ，同時另任意指定給某位受訪者的第一個起始金額為 t_{li} 。如果 $y_{li} \geq t_{li}$ ，表示受訪者願意支付問卷所提供之第一個起始金額，此時 $I_{li} = 1$ ；反之，若 $y_{li} < t_{li}$ ，表示其不願意支付，此時 $I_{li} = 0$ 。令 y_{li} 由系統因素 $X_{li} \beta_1$ 和不可觀察的隨機因素 ε_{li} 所組成；其中 X_{li} 是可觀的受訪者屬性向量， ε_{li} 則包括研究人員無法觀察到卻影響受訪者衡量環境財價值的決定因素。在此架構中，間斷指標 I_{li} 是單一的內生變數。

截至目前為止，所建構的模型與單界二分選擇模型類似。但在典型的 DCF 架構中一旦受訪者被隨機指定了一個起始金額之後，接下來問卷將提供受訪者第二個預定的起始金額(可能較高，也可能較低，視其對第一個問題的回答而定)。受訪者被詢問到較高起始金額的機率，等於他對第一個起始金額問題回答「願意」的機率；而受訪者被詢問到較低起始金額的機率，等於他對第一個起始金額回答「不願意」的機率。因此，第二個起始金額顯然不獨立於受訪者回答第一個 WTP 問題所顯示的價值資訊。也因此，不適合將兩次起始金額和受訪者兩個問題的回答全部合併於一個單一的評價函數裡。

CVM問題第二次詢價時，令 y_{2i} 代表受訪者彼時在心中認定的資源價值，則 y_{2i} 與 y_{1i} 可能相同也可能不同，端視受訪者是否存在策略調整或受其他因素的影響而定。如果 $y_{2i} \geq t_{2i}$ ，指標變數 $I_{2i}=1$ ；如果 $y_{2i} < t_{2i}$ ，指標變數 $I_{2i}=0$ 。同樣假設 y_{2i} 由 $X'_{2i} \beta_2$ 和 ε_{2i} 組成(X_2 不需與 X_1 相同)，且 $\varepsilon_{2i} \sim N(0, \sigma_2^2)$ 。令 (y_{1i}, y_{2i}) 的分配型態為二元常態分配；也就是 $(y_{1i}, y_{2i}) \sim BVN(X'_1 \beta_1, X'_2 \beta_2, \sigma_1^2, \sigma_2^2, \rho)$ 。

然而，當受訪者連續針對兩個門檻金額回答願意不願意支付時，有四種可能的現象： $(I_{1i}, I_{2i}) = (1,1), (1,0), (0,1)$ 和 $(0,0)$ 。將下標 i 省略，則 $I_1 = 1$ 代表 $y_1 \geq t_1$ ， $I_1 = 0$ 代表 $y_1 < t_1$ ，而 $I_2 = 1$ 代表 $y_2 \geq t_2$ ， $I_2 = 0$ 代表 $y_2 < t_2$ 。由於 $y_1 = X'_1 \beta_1 + \varepsilon_1$ ，所以當 $y_1 \geq t_1$ 時， $\frac{\varepsilon_1}{\sigma_1} \geq \frac{(t_1 - x_1 \beta_1)}{\sigma_1}$ ；同時當 $y_2 \geq t_2$ 時， $\frac{\varepsilon_2}{\sigma_2} \geq \frac{(t_2 - x'_2 \beta_2)}{\sigma_2}$ 。

令 $\frac{\varepsilon_1}{\sigma_1} = z_1$ ， $\frac{\varepsilon_2}{\sigma_2} = z_2$ ，則 Z_1, Z_2 服從二元標準常態分配，亦即 $(Z_1, Z_2) \sim BVN(0,0,1,1, \rho)$ 。則 Z_1, Z_2 的聯合二元標準常態機率密度函數為：

$$g(z_1, z_2) = \left[\frac{1}{2\pi(1-\rho^2)^{1/2}} \right] \exp \left\{ - (2-2\rho^2)^{-1} [Z_1^2 - 2\rho Z_1 Z_2 + Z_2^2] \right\} \quad (5-25)$$

其中 $Z_1 = \frac{(t_1 - x_1\beta_1)}{\sigma_1}$, $Z_2 = \frac{(t_2 - x_2\beta_2)}{\sigma_2}$, ρ 是相關係數。此模型的log概似函

數為：

$\ln L =$

$$\sum_i \left\{ (I_1, I_2) \ln \left[\int_{z_1}^{\infty} \int_{z_2}^{\infty} g(z_1, z_2) dz_2 dz_1 \right] + (1 - I_1) I_2 \ln \left[\int_{-\infty}^{z_1} \int_{z_2}^{\infty} g(z_1, z_2) dz_2 dz_1 \right] + \right. \\ \left. I_1 (1 - I_2) \ln \left[\int_{z_1}^{\infty} \int_{-\infty}^{z_2} g(z_1, z_2) dz_2 dz_1 \right] + (1 - I_1) (1 - I_2) \ln \left[\int_{-\infty}^{z_1} \int_{-\infty}^{z_2} g(z_1, z_2) dz_2 dz_1 \right] \right\} . \quad (5-26)$$

之前許多使用 DCF 方法的研究均假設 $y_{li} = y_{2I} = y_i$, 故 $X_{li} = X_{2I} = X_i$, $\beta_1 = \beta_2$, $\sigma_1 = \sigma_2$, 且 $\rho = 1$ 。因此對每個受訪者而言，問卷中所提供的兩個門檻金 t_1 和 t_2 的範圍分為三個區域， I_1 和 I_2 則可用來確定受訪者心中對環境資源認定的價值包括於哪一個區域。當 $\rho = 1$ 時，式(5-25)的概似函數無法定義，因此，重新建構模型為：

$$\begin{aligned} \Pr(I_1 = 1, I_2 = 1) &= \Pr(Y \geq T_h) = 1 - \phi[(T^h - x' \beta) \sigma] = 1 - \phi(T^h; \theta) , \\ \Pr(I_1 = 1, I_2 = 0) &= \Pr(T \leq Y \leq T^h) = \phi[(T^h - x' \beta) \sigma] - \phi[(T - x' \beta) \sigma] \\ &= \phi(T^h; \theta) - \phi(T; \theta) , \\ \Pr(I_1 = 0, I_2 = 0) &= \Pr(T^l \leq Y \leq T) = \phi[(T^l - x' \beta) \sigma] - \phi[(T - x' \beta) \sigma] \\ &= \theta(T; \theta) - \theta(T^l; \theta) , \\ \Pr(I_1 = 0, I_2 = 1) &= \Pr(Y \leq T^l) = \phi[(T^l - x' \beta) \sigma] = \theta(T^l; \theta) , \end{aligned} \quad (5-27)$$

其中， T 是第一個門檻金額； T_h 及 T_l 分別是第二個高門檻金額及低門檻金額； Y 是受訪者心中的願付價值， I 事件斷選擇變數。最大概似函數 L 為：

$$L = \prod_i \left[1 - \phi(T^h) \right]^{I_1 I_2} \cdot \left[\phi(T^h) - \phi(T) \right]^{I_1 (1 - I_2)} \cdot \left[\phi(T) - \phi(T^l) \right]^{(1 - I_1) I_2} \cdot \left[\phi(T^l) \right]^{(1 - I_1) (1 - I_2)} \quad (5-28)$$

將上是取自然對數，可得

$$\ln L = \sum_i \left\{ \begin{aligned} &I_1^i I_2^i \ln[1 - \phi(T^h)] + I_1^i (1 - I_2^i) \ln[\phi(T^h) - \phi(T)] + (1 - I_2^i) I_2^i \ln[\phi(T) - \phi(T')] + \\ &(1 - I_1^i)(1 - I_2^i) \ln[\phi(T')] \end{aligned} \right\} \quad (5-29)$$

其中， $\phi(\bullet)$ 是一元標準常態累積密度函數。

第三節 存活模型

存活分析模型 (survival analysis model) 早期經常被運用在工程或生物醫學的領域，近來經濟學者引用方法來探討經濟個體在不同狀態下的轉換行為與其內容的決定因素。例如：研究廠商的存活 (退出) 行為及存活其間的行為、勞工的就業 (失業) 狀態與就業 (失業) 其間的行為等。Carson and Mitchell 【1991】最早將之應用在研究受訪者 WTP 的決定因素及估計上。以下將對存活模型做一簡單的介紹。

一、 理論架構

另 T 代表受訪者心中的願付價值，且 $T \in [0, \infty)$ 唯一連續的存活變數， $f(t)$ 為 T 的機率密度函數， $F(t)$ 為 T 的累積分配函數：

$$F(t) = \Pr(T \leq t) = \int_0^t f(x) dx \quad (5-30)$$

$S(t)$ 為存活函數，表示受訪者在 t 原起始金額時維持願意支付狀態的機率，即受訪者之願付金額大於 t 元的機率：

$$S(t) = \Pr(T > t) = 1 - F(t) = \int_0^\infty f(x) dx \quad (5-31)$$

$h(t)$ 為 T 的危險函數 (hazard function)，或稱危險率 (hazard rate)：

$$h(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Pr(t \leq T < t + \Delta t | T \geq t)}{\Delta t} = \frac{f(t)}{S(t)} = \frac{d \ln S(t)}{dt} \quad (5-31)$$

上市 $h(t)$ 即代表受訪者在 t 元之下支付，但在金額高於 t 元的瞬間，受訪者由願意支付的狀態改成不願意支付的條件機率。當 $\frac{dh(t^*)}{dt} > 0$ 時，稱為在 t^* 點上的正向期間相依 (positive duration dependence)，也就是當金額愈高時，受訪者愈容易由願意支付的狀態成不願意支付；反之， $\frac{dh(t^*)}{dt} < 0$ 時，稱為在 t^* 點上的負向期間相依 (negative duration dependence)。 $H(t)$ 為 t 的累積危險函數：

$$H(t) = \int_0^t h(x) dx = -\ln S(t) \quad (5-33)$$

假設 T 服從 Log-normal 分配，即 $\ln T$ 為常態分配，具有參數 (μ, σ^2) ，其機率密度函數、累積分配函數、存活函數、危險函數，及累積危險函數分別為：

$$f(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln t - \mu}{\sigma}\right)^2}, \quad (5-34)$$

$$F(t) = \Phi\left(\frac{\ln t - \mu}{\sigma}\right); \phi(x) \sim N(0,1), \quad (5-35)$$

$$S(t) = 1 - \Phi\left(\frac{\ln t - \mu}{\sigma}\right), \quad (5-36)$$

$$f(t) = \frac{f(t)}{s(t)}, \quad (5-37)$$

$$H(t) = -\ln S(t). \quad (5-38)$$

Log-normal 分配最大的特性是其危險為呈現到 U 字的函數，當 $T=0$ 時危險率 = 0，而隨著 t 直增加，危險率逐漸上升，直到最大直以後危險率才隨著 t 直增加而下降，當 t 值趨近無窮大時，危險率趨近於零。

二、迴歸模型

一般推估願付價值的模型時所得到的資料具有異質性；即每位受訪者的社經特性不同，故其存活機率與危險率亦不同。因此若要研究哪些因素影響受訪者願付金額的決策，必須在模型內引進回歸因子 (regressor)，藉此觀察解釋變數對存活率及危險率的影響。存活分析常用的迴歸模型有比例危險模型 (proportion hazards model) 捍衛尺規模型 (accelerated failure time model)。以下以 Log-normal 分配微粒，說明位置尺規模型的估計過程：

$$y = \ln T = \mu(x) + \sigma \varepsilon \quad (5-39)$$

其中 $\mu(x)$ 為給定解釋變數 X 之下的位置參數，一般設定為 $\mu(x) = x\beta$ ； σ 為尺度參數，且 $\sigma > 0$ ； ε 為殘差項，且分配形式與 X 互相獨立。給定 X 直， y 的存活函數為 $G(y_i|x_i) = G\left(\frac{Y - \mu(x)}{\sigma}\right)$ 由此式易可倒出於既定 X 直之下， T 的存活函數 $S(t|x)$ ：

$$\begin{aligned} G\left(\frac{y - \mu(x)}{\sigma}\right) &= G\left(\frac{\ln t - \mu(x)}{\sigma}\right) = G\left[\ln t^{\frac{1}{\sigma}} - \ln[\exp(\mu(x))]^{\frac{1}{\sigma}}\right] \\ &= G\left\{\ln\left[\frac{t}{\exp(\mu(x))}\right]^{\frac{1}{\sigma}}\right\} = S_1\left[\left(\frac{t}{\alpha(x)}\right)^{\frac{1}{\sigma}}\right] \\ &= S_0\left[\frac{t}{\alpha(x)}\right] = S(t|x), \end{aligned} \quad (5-40)$$

其中 $S_0(W) = S_1(W^{\frac{1}{\sigma}})$, $S_1(W) = G(\ln W)$, $\alpha(x) = \exp(\mu(x))$ 。當 T 為 log-normal 分配時， $y_i = x_i\beta + \sigma z_i$ ，其中 Z 為標準常態分配。在既定的 X_i 之下， Y_i 的機率密度函數為：

$$f(y_i|x_i) = \frac{1}{\sigma} \phi\left(\frac{y_i - x_i\beta}{\sigma}\right). \quad (5-41)$$

累積分配函數為

$$F(y_i|x_i) = \Phi\left(\frac{y_i - x_i\beta}{\sigma}\right) = \Phi(Z), \quad \phi(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{z^2}{2}\right). \quad (5-42)$$

由於我們所能得到的 WTP 資料均為受限資料(可能有左邊受限(left censored)、右邊受限(right censored)及區間受限(interval censored))，所以取對數後概似函數：

$$\ln L = \sum_{i \in L} \ln \phi\left(\frac{h_i - x_i\beta}{\sigma}\right) + \sum_{i \notin L} \ln \left[\phi\left(\frac{h_i - x_i\beta}{\sigma}\right) - \phi\left(\frac{l_i - x_i\beta}{\sigma}\right) \right] + \sum_{i \in I} \ln \phi\left(\frac{l_i - x_i\beta}{\sigma}\right), \quad (5-43)$$

其中，L表示屬於左邊受限的受訪者，即兩次皆回答不願意支付， $WTP^i < l_i$ ；I表示屬於區間受限的受訪者，即第一次回答願意，第二次回答不願意，獲第一次回答不願意，第二次回答願意， $l_i \leq WTP^i < h_i$ ；R表示右邊受限的受訪者，即兩次皆回答願意支付， $WTP^i > h_i$ 。H_i為問卷中給受訪者I的門檻金額上限，l_i為問卷中給受訪者I的門檻金額下限。由最大概似法，及大話的一皆條件 $\frac{\partial \ln L}{\partial \beta_j} = \frac{\partial \ln L}{\partial \sigma} = 0$ （j=1,.....n，n為解釋變數的個數）。配合

Newton-Raphson反覆法可得 β 及 σ 的最大概似估計值 $\hat{\beta}$ ， $\hat{\sigma}$ 。針對 β 、 σ 對lnL做二皆微分可得訊息矩陣（information matrix） $I(\beta, \sigma)$ ，則可進一步推算 β 、 σ 的估計變異數；從而瞭解解釋變數對WTP的影響。

第六章 實證結果與分析

第一節 實證模型的迴歸結果

在估算改善空氣品質的願付價值部份，本研究採用存活分析中的位置尺規模型，並利用統計套裝軟體 SAS 中的 Lifereg 程序，進行實證分析。模型中重要變數的名稱和定義見表 6-1。

表 6-1 實證模型中重要變數的名稱與定義

變數名稱	定義
Lowbid	受訪者 WTP 的下限值，決定於問卷的組別及訪問過程中競價的結果。
Hhhighbid	受訪者 WTP 的上限值，決定於問卷的組別及訪問過程中競價的結果。
Sex	性別變數，=1 為男性；=2 為女性。
Age	受訪者年齡，單位：歲。
Edu	受訪者的教育程度，=1 為小學及以下；=2 為國中/初中；=3 為高中/職=4 為大學/大專；=5 為研究所及以上。
Income	受訪者每月的平均所得，單位：元。
Hincome	受訪者全家於民國 84 年的總所得，單位：元。
Qair	空氣品質的屬性變數。
Work	受訪者是否就業的虛擬變數，=1 為就業；=0 為其他。
Pop	受訪者全家的人口數，單位：人。
Weakpop	受訪者全家老人（65 歲以上）及小孩（12 歲以下）的人口總數。
Child	受訪者家中 12 歲以下小孩的數目。
Car	受訪者全家的自用汽車數量。
Outdoor	受訪者民國 84 年中，到野外郊遊或國外旅遊的次數。
Outime	受訪者平均每天單在室外的時間，單位：分。
Ept	受訪者的環保態度指數 ¹ 。
Explive	受訪者居住的環境是否經常暴露於灰塵或刺激性臭味中的虛擬變數，=1 為是；=0 為否。
Expsch	受訪者就學或就業的環境是否經常暴露於灰塵或刺激性臭味中的虛擬變數，=1 為是；=0 為否。
Expose	受訪者所處環境是否經常暴露於灰塵中或刺激性臭味中的指數， $= (\text{expplive} + \text{expsch}) / 2$
Defense	受訪者採取避免空氣污染損害措施的數 ² 。
Eye	受訪者罹患眼睛不舒服的指數 ³ 。
Breath	受訪者罹患呼吸道問題的指數。

續表 6-1 實證模型中重要變數的名稱與定義

變數名稱	定 義
Head	受訪者罹患頭痛、發嘔肌肉疼痛、反胃等症狀的指數。
Heart	受訪者罹患心臟血管疾病的指數。
Asthma	受訪者罹患氣喘的指數。
Skin	受訪者罹患皮膚問題的指數。
Tclean	受訪者全家每月打掃住家環境清潔的時間，單位：小時。
Twash	受訪者全家每月喜衣服的時間，單位：小時。
Matecost	受訪者全家每月消耗性清潔用品及材料的花費，單位：元。
Hdum	受訪者是否僱工清掃的虛擬變數，=1 為是；=0 為否。
Tbuild	受訪者全家平均每年維修建築物外表的時間，單位：小時。
Tcar	受訪者全家平均每年維修汽機車外表的清潔時間，單位：小時。
Builcost	受訪者全家平均每年維修建築物外表的費用，單位：元。
Carcost	受訪者全家平均每年維修汽機車外表的清潔費用，單位：元。
House	受訪者目前居住的房子是否為自有的虛擬變數，=1 為是；=0 為否。
City1	受訪者居住的都會區是否為台北的虛擬變數，=1 為是；=0 為否。
City2	受訪者居住的都會區是否為台中地區的虛擬變數，=1 為是；=0 為否。
Vpdum	=1 表示能見度效益中，回答能見度最差那幾天全部改善中等是否願意支付。 =0 表示能見度效益中，回答能見度中等那幾天全部改善最好是否願意支付。
Hp dum	=1 表示健康效益中，回答空氣品質不良那幾天全部改善普通是否願意支付。 =0 表示健康效益中，回答空氣品質普通那幾天全部改善最好是否願意支付。
Vdn	能見度效益中，不同起價金額組別的虛擬變數。
Hdn	Vdn=1 表示為第 n 組，Vdn=0 表示其他，n=1-4, 6-10 (5 為基礎點)。 健康效益中，不同起價金額組別的虛擬變數。
Cdn	Hdn=1 表示為第 n 組，Hdn=0 表示其他，n=1-4, 6-10 (5 為基礎點)。 清潔效益中，不同起價金額組別的虛擬變數。
Bdn	Cdn=1 表示為第 n 組，Cdn=0 表示其他，n=1-4, 6-10 (5 為基礎點)。 減少建築物與車輛腐蝕效益中，不同起價金額組別的虛擬變數。 Bdn=1 表示為第 n 組，Ban=0 表示其他，n=1-4, 6-10 (5 為基礎點)。

註 1：Ept=(ept1+ept2)/2，ept1=1 表示受訪者曾參加環保組織、社團，或曾擔任環保義工；ept1=0 則否。ept2=1 表示受訪者曾積極抗議或檢舉居住附近之空氣污染問題；ept2=0 則否。

註 2：defense 等於受訪者曾採取過之避免空氣污染損害措施的總個數除以 7。（見附錄 B，問卷 4—18 題）

註 3：眼睛不舒服的指數為嚴重：1 表示輕微，2 表示中等，3 表示很嚴重。發生頻率：1 表示很少，2 表示偶爾發生，3 表示常常發生。若不曾發生此症狀，則指數為 0。以下呼吸道、頭痛、心臟血管疾病、氣喘及皮膚問題等症狀的指數計算方式亦同。

在存活模型中，根據受訪者對兩次詢問價的回答結果，可得到其願付價值的落點區間，並假設願付價值為 **Log-normal** 分配進行推估。在推估模型時，我們的作法是將三個都會區的資料合併，並且加入代表地區別的虛擬變數，估計一條願付價值的評價函數。但在能見度效益及健康效益部份，由於問卷設計是詢問受訪者否一等級的「那幾天」全部改善，是否願意支付，然而各地區同一等級的天數並不相同，理論上，受訪者是根據各地區需要改善的總天數來回答問題。因此合併估計時，需將願付金額轉換為以改善「一天」為單位，亦即將起價金額除以各地區需改善的總天數，得到調整過後的起價金額再帶入模型中估計。另外問卷中有十組起價金額，為得知估計的結果是否有起價點偏差，本文分別估計兩種模型，模型一中不考慮不同起價點對願付價值估計的影響，而模型二則為考慮不同起價點的影響，將起價金額組別的虛擬變數引入模型中。以下說明模型估計的結果：

一、 能見度效益

首先在能見度效益部份，由表 6-2 可知，模型一中之 **Age**、**Edu**、**Income** 及 **Outdoor** 等變數均相當顯著，都能通過 1% 顯著水準的檢定，表示這些變數為影響願付價值的重要因素。**Work**、**Outime** 及 **Defense** 分別在 5% 的顯著水準之下顯著，**Expose** 則通過 10% 的顯著水準，表示這些變數對受訪者的願付價值亦有影響力。在估計係數的符號方面，**Age** 及 **Outime** 的係數符號為負，表示年齡愈大者或平均每天待在室外的時間愈長者，願付金額愈低。**Edu**、**Income**、**Work**、**Outdoor** 及 **Defense** 的係數符號為正，皆與預期結果相符合，表示教育程度及個人所得愈高者，願付的金額也愈高；有工作的人願付的金額較高；到戶外旅遊的次數愈多、經常暴露在污染環境中及採取較多避免空氣污染損壞措施的人，也會願意付較多的金額改善空氣品質。另外，**Vpdum** 亦相當顯著(通過 1% 的顯著水準)，且係數符號為正，表示能見度改善的程度不同，會影響受訪者支付金額的大小，當能見度由最差改善為中等時，受訪者願意支付的金額，比由中等改善為最好時來得高。這個結論符合了消費者邊際效用遞減的理論，及當公共財提供的水準愈多，消費者增加的效用會逐漸減少，因此願付的邊際價格也會愈低。

其次，在引入組別虛擬變數的模型二中，由估計結果可以看出，除了代表第四組的虛擬變數不顯著外，其餘各組的組別變數均顯著，表示只有第四組與第五組的受訪者其願付價值沒有顯著差異，其他各組與第五組則有顯著差異。因此，不同的起價金額會影響受訪者回答是否願意支付的意願，皆與未加入組別變數的模型一致。在變數的顯著性方面，Income、Outdoor、Vpdum 通過 1% 的顯著水準；Age、Defense 通過 5% 的顯著水準；Edu、Outime 通過 10% 的顯著水準；Work 及 Expose 則變得不顯著。

另外，在以上兩個模型中 City1 及 City2 均不顯著，表示在能見度效益部份，台北、台中及高雄三個地方的受訪者，對改善空氣品質的願付價值並沒有顯著的差異。

表 6-2 空氣品質改善之能見度效益的實證模型

變數名稱	模型一（不考慮起價點偏誤）		模型二（考慮起價點偏誤）	
	迴歸係數（估計標準差）		迴歸係數（估計標準差）	
Constant	0.7173	(0.4559)	0.6693**	(0.3159)
Sex	-0.1622	(0.1159)	-0.0959	(0.0775)
Age	-0.0117***	(0.0043)	-0.0070**	(0.0029)
Edu	0.1460***	(0.0520)	0.0606*	(0.0348)
Income	7.1561E-6***	(2.283E-6)	5.2720E-6***	91.514E-6)
Qair	0.0425	(0.0418)	0.0319	(0.0279)
Work	0.2821**	(0.1281)	0.1393	(0.0859)
Pop	0.0386	(0.0241)	0.0130	(0.0160)
Outime	-0.0005**	(0.0002)	-0.0003*	(0.0001)
Outdoor	0.0163***	(0.0049)	0.0103***	(0.0032)
Expose	0.2285*	(0.1343)	0.1381	(0.0895)
Defense	0.6485**	(0.3212)	0.5535**	(0.2159)
Ept	639.36	(0.2797)	0.0820	(0.1883)
City1	639.37	(0.1174)	0.0262	(0.0784)
City2	-0.1848	(0.1521)	-0.0574	(0.1019)
Vpdum	0.8713***	(0.0983)	0.9415***	(0.0655)
Vd1			-1.2572***	(0.1525)
Vd2			-0.7728***	(0.1472)
Vd3			-0.5461***	(0.1442)
Vd4			-0.2059	(0.1423)
Vd6			0.2422*	(0.1435)
Vd7			0.3406**	(0.1486)
Vd8			1.0521***	(0.1459)
Vd9			1.1520***	(0.1446)
Vd10			1.0944***	(0.1488)
	Scale	1.7386	Scale	1.1868
	Log-likelihood	-2224.1276	Log-likelihood	-2083.8493
	Left Censored	352	Left Censored	352
	Interval Censored	653	Interval Censored	653
	Right Censored	683	Right Censored	683
	Observations	1704	Observations	1704

說明：*表示該數通過 10%顯著水準；**表示該變數通過 5%顯著水準；***表示該變數通過 1%顯著水準。

二、健康效益

健康效益部份，表 6-3 的模型一為不考慮起價點偏誤的模型。由估計結果可以看出 Edu 及 Income 分別通過 1%及 5%的顯著水準，顯示其仍為影響願付價值的重要解釋變數，且估計係數的符號為正，符合預期，代表教育程度愈高或所得水準愈高的人，願付較多的錢改善空氣品質。其他影響願付價值的變數上有 Work、Wxpose 及 Defense，皆在 1%的顯著水準之下顯著，Outdoor 則在 5%的

顯著水準之下顯著，以上這些變數對願付價值仍是具有真正的影響。另外，Weakpop 也通過 10%的顯著水準，表示受訪者家中若小孩及老人等容易罹病的人口愈多，願意付愈多的錢改善空氣品質。

在健康效益的模型中，我們加入一些代表個人身體康狀況的特徵變數，包括眼睛不舒服、呼吸道問題、頭痛等症狀，心臟血管疾病、氣喘及皮膚問題等。實證結果顯示，僅有呼吸道問題、皮膚問題和頭痛問題等症狀為影響願付價值的因素，分別通過 5%、1%、10%的顯著水準，其中呼吸道愈不健康的人（指數愈高），願付的金額愈高，而愈長發生頭痛等症狀及皮膚問題的人（且嚴重程度亦愈高者），願付的金額則愈低。一般認為與空氣污染關係密切的氣喘及眼睛不舒服等症狀，經實證結果顯示，反而不是影響願付價值的重要因素，可能是樣本數不夠多或變數處理不適當所造成。

在健康效益這部份，不同地區的受訪者對改善空氣品質的願付金額有顯著的差異（City1 及 City2 分別通過 1%及 5%的顯著水準）。當其他條件不便時，台北地區的受訪者願付的金額最高，台中地區次之，高雄地區則最低。另外空氣品質改善程度的程度不同，也會影響受訪者的願付金額（Hpudum 通過 1%的顯著水準），如果空氣品質不良的天數全部改善為普通，受訪者願付的金額，會比當空氣品質普通的天數全部改善為良好的情況下高。這同樣符合理論的預期，即健康的邊際效益遞減。

另外由模型二的實證結果可知，將組別虛擬變數引入模型中時，除了 Hd4 以外，其餘代表組別的虛擬變數相顯著，顯示不同的起價金額的確會影響受訪者最終的願付價值。模型中其餘願變數的符號，亦與未加入組別變數時一致。在變數的顯著性方面，Income、Work、Expose、Defense、Skin、City1、City2、Hpudum 等，在 1%的顯著水準之下顯著；Edu、Outdoor、Breath 在 5%顯著水準下顯著；Weakpop 及 Head 則在此模型下變得不顯著。

表 6-3 空氣品質改善之健康效益的實證模型

變數名稱	模型一（不考慮起價點偏誤）		模型二（考慮起價點偏誤）	
	迴歸係數（估計標準差）		迴歸係數（估計標準差）	
Constant	-0.4338	(0.5085)	-0.4413	(0.3776)
Sex	0.0235	(0.1390)	0.0194	(0.0976)
Age	-0.0080	(0.0051)	-0.0049	(0.0036)
Edu	0.1801***	(0.0609)	0.0908**	(0.0429)
Income	6.1179E-6**	(2.555E-6)	4.7786E-6***	(1.795E-6)
Qair	0.0390	(0.0475)	0.0230	(0.0336)
Work	0.4486***	(0.1492)	0.2851***	(0.1057)
Weakpop	0.0776*	(0.0449)	0.0409	(0.0314)
Outime	-0.0004	(0.0003)	-0.0002	(0.0002)
Outdoor	0.0140**	(0.0058)	0.0092**	(0.0040)
Expose	0.6193***	(0.1593)	0.4469***	(0.1122)
Defense	1.0399***	(0.3756)	0.8935***	(0.2659)
Ept	-0.0987	(0.3264)	-0.2599	(0.2318)
Eye	-0.0203	(0.0277)	-0.0114	(0.0195)
Breath	0.0902**	(0.0381)	0.0635**	(0.0269)
Head	-0.1073*	(0.0566)	-0.0610	(0.0397)
Heart	-0.0064	(0.0424)	0.0136	(0.0301)
Asthma	-0.0133	(0.0558)	-0.0488	(0.0393)
Skin	-0.0921***	(0.0316)	-0.0601***	(0.0223)
City1	0.7668***	(0.1388)	0.7865***	(0.0980)
City2	0.4003**	(0.1795)	0.5240***	(0.1265)
Hpdum	2.1147***	(0.1152)	1.9442***	(0.0813)
Hd1			-1.0318***	(0.1894)
Hd2			-0.4961***	(0.1865)
Hd3			-0.4656***	(0.1772)
Hd4			-0.0114	(0.1773)
Hd6			0.3855**	(0.1741)
Hd7			0.6069***	(0.1793)
Hd8			1.1177***	(0.1769)
Hd9			1.5871***	(0.1800)
Hd10			1.2415***	(0.1793)
	Scale	1.7386	Scale	1.1868
	Log-likelihood	-2224.1276	Log-likelihood	-2083.8493
	Left Censored	352	Left Censored	352
	Interval Censored	653	Interval Censored	653
	Right Censored	683	Right Censored	683
	Observations	1704	Observations	1704

說明：*表示該數通過 10%顯著水準；**表示該變數通過 5%顯著水準；***表示該變數通過 1%顯著水準。

三、 清潔效益

表 6-4 的模型一式不考慮起價點偏誤之清潔效益的迴歸結果。在此模型中，Sex、Age、Qair、Tclean、Twash 和 Hdum 等變數均不顯著，表示性別、年齡、空氣品質屬性、居住地區是否暴露於污染環境中、清潔時間和洗衣時間以及是否僱工清潔等，並不是影響受訪者之願付金額的因素。Edu、work、matecost 在 1% 顯著水準下；Houman 在 5% 顯著水準下顯著；Hincome 則在 10% 的顯著水準下顯著。且這些變數的係數符號均為正，也就是說，教育程度愈高者或有工作的受訪者，願付的金額也愈高；每個月家庭清潔材料花費愈高，或本身負責家庭管理的受訪者，也願意付較高的金額改善空氣品質；而家庭所得愈高者，付的錢也較多。全家的清掃時間及洗衣時間在此模型中並不影響願付價值，可能是由於部份受訪者本身並不是家庭中主要負責的清掃人員所致。

地區別虛擬變數在這個模型中意相當顯著（City1、City2 分別通過 1% 和 5% 的顯著水準），表示三大都會地區的受訪者，對於改善空氣品質所獲得的清潔效益有顯著的不同。當其他條件不變時，高雄地區的受訪者願付的金額最高，台中地區次，台北地區再次之。

表 6-7 的模型二是考慮起價偏誤後的清潔效益迴歸結果。與能見度效益和健康效益相比較，不同組別起價金額對改善空氣品質的清潔效益影響較不明顯，僅第一、第九、第十等四組的起價金額影響受訪者的願付價值。顯示起價金額對受訪者的願付價值影響不大，可能是因為受訪者對其清潔效益的瞭解程度要比能見度和健康部份直接與清楚，故不易為起價金額所暗示或引導。在變數的符號方面，除 Hdum 的符號轉為正的以外，其餘變數的符號與為考慮起價偏誤的模型一致。在此模型中，Edu、Work、City1 等仍通過 1% 的顯著水準，Matecost 和 City2 通過 5% 的顯著水準，Houman 通過 10% 的顯著水準，Hincome 則變得不顯著。

表 6-4 空氣品質改善之清潔效益的實證模型

變數名稱	模型一 (不考慮起價點偏誤)		模型二 (考慮起價點偏誤)	
	迴歸係數 (估計標準差)		迴歸係數 (估計標準差)	
Constant	4.7776***	(0.6694)	4.4916***	(0.5448)
Sex	-0.1092	(0.1906)	-0.0300	(0.1481)
Age	-0.0051	(0.0069)	-0.0032	(0.0053)
Edu	0.2477***	(0.0844)	0.1918***	(0.0653)
Hincome	3.1740E-7*	(1.659E-7)	1.9178***	(1.281E-7)
Qair	0.0789	(0.0654)	0.0451	(0.0506)
Work	0.6480***	(0.2338)	0.4858***	(0.1812)
Explive	0.1725	(0.1734)	0.1416	(0.1335)
Houman	0.5797**	(0.2924)	0.3880*	(0.2269)
Tclean	-0.0054	(0.0034)	-0.0038	(0.0026)
Twash	0.0021	(0.0041)	0.0027	(0.0031)
Matecost	0.0003***	(0.0001)	0.0002**	(0.0001)
Hdum	-0.0668	(0.5730)	0.1338	(0.4481)
City1	-0.6285***	(0.1965)	-0.4143***	(0.1527)
City2	-0.6114**	(0.2425)	-0.4336**	(0.1869)
Cd1			-0.4971*	(0.2839)
Cd2			-0.3480	(0.2677)
Cd3			0.0633	(0.2722)
Cd4			0.0544	(0.2714)
Cd6			0.2697	(0.2679)
Cd7			0.4186	(0.2718)
Cd8			1.0843***	(0.2682)
Cd9			1.1862***	(0.2743)
Cd10			1.1585***	(0.2786)
	Scale	1.8336	Scale	1.4345
	Log-likelihood	-895.2130	Log-likelihood	-869.6539
	Left Censored	178	Left Censored	178
	Interval Censored	233	Interval Censored	233
	Right Censored	318	Right Censored	318
	Observations	730	Observations	730

說明：*表示該數通過 10%顯著水準；**表示該變數通過 5%顯著水準；***表示該變數通過 1%顯著水準。

四、減少建築物與車輛腐蝕效益

在減少建築物與車輛腐蝕效益部份，由表 6-5 之模型一的迴歸結果可知，Edu、Carcost 在 1%的顯著水準下顯著，Hincome、Outdoor 在 5%的顯著水準下顯著，Work、Explive、Tcar、Buicost 則在 10%的顯著水準下顯著，顯示這些變數為影響受訪者願付價值的因素。以上這些變數除了 Carcost 得符號為負外，其餘均為正；也就是說，教育程度愈高、家庭所得愈高、到戶外旅遊的次數愈多者，願付的金額愈高；有工作的人或居住環境經常暴露於污染環境中的人，願付的金額也愈高；每年花在清潔機車外表的時間愈多者，或花費在維修建築物外表的費用愈高者，願付的金額也愈高；每年花費在維修及清潔汽機車外表的費用愈高者，願付的金額則愈低。地區別虛擬變數在這個模型中均不顯著，表示三個地區的受訪者在腐蝕效益這部份的願付價值並沒有差異。

而在考慮起價點偏誤後的模型二的迴歸結果中，除了第三、第四及第六組外，其餘各組的起價金額均會影響受訪者的願付價值，表示亦有起價點偏誤的情況存在。變數的符號僅 Qair 由正轉負，其他皆與未考慮起價偏誤的模型一致。迴歸的結果顯示，Carcost 通過 1%的顯著水準；Edu、Hincome、Work、Outdoor、Tcar、Buicost 通過 5%的顯著水準；Explive 則通過 10%的顯著水準。另外 City2 在此模型中通過了 10%的顯著水準，且符號為負，表示台中地區之受訪的願付價值低於其他兩地區。

表 6-5 空氣品質改善之腐蝕效益的實證模型

變數名稱	模型一（不考慮起價點偏誤）		模型二（考慮起價點偏誤）	
	迴歸係數（估計標準差）		迴歸係數（估計標準差）	
Constant	5.3277***	(0.6821)	5.7049***	(0.4621)
Sex	-0.2283	(0.1780)	-0.1613	(0.1146)
Age	-0.0052	(0.0069)	-0.0032	(0.0044)
Edu	0.2431***	(0.0785)	0.1203**	(0.0510)
Hincome	3.3691E-7**	(1.592E-7)	2.4620E-7**	(1.029E-7)
Qair	0.0262	(0.0669)	-0.0013	(0.0430)
Work	0.3623*	(0.1884)	0.2462**	(0.1220)
Outdoor	0.0162**	(0.0078)	0.0102**	(0.0050)
Explive	0.3204*	(0.1639)	0.1993*	(0.1062)
Car	0.1762	(0.1075)	0.1137	(0.0696)
House	0.1269	(0.2413)	-0.0818	(0.1563)
Tbuild	0.0017	(0.0013)	0.0012	(0.0008)
Tcar	0.0021*	(0.0011)	0.0017**	(0.0007)
Buicost	0.00001*	(5.722E-6)	7.3115E-6**	(3.725E-6)
Carcost	-0.00002***	(4.879E-6)	-0.00001***	(3.467E-6)
City1	-0.1623	(0.1929)	-0.634	(0.1244)
City2	-0.3701	(0.2362)	-0.2561*	(0.1520)
Bd1			-1.2783***	(0.2354)
Bd2			-0.6466***	(0.2290)
Bd3			-0.2905	(0.2251)
Bd4			-0.2603	(0.2196)
Bd6			0.2243	(0.2241)
Bd7			0.5028**	(0.2303)
Bd8			1.1268***	(0.2274)
Bd9			1.5129***	(0.2299)
Bd10			1.2861***	(0.2348)
	Scale	1.7808	Scale	1.1716
	Log-likelihood	-920.9325	Log-likelihood	-854.0210
	Left Censored	178	Left Censored	178
	Interval Censored	267	Interval Censored	267
	Right Censored	248	Right Censored	248
	Observations	694	Observations	694

說明：*表示該數通過 10%顯著水準；**表示該變數通過 5%顯著水準；***表示該變數通過 1%顯著水準。

第二節 個別經濟效益的估計

根據位置尺度模型所推估出之四種效益的願付價值評價函數，可分別計算為改善空氣品質的能見度效益、健康效益、清潔效益以及減少建築物及車輛腐蝕效益。問卷設計之初為了消除起價點偏誤，設定了十組起價金額，隨機給定於所有樣本之中，但實證結果顯示仍然有起價偏誤的情況存在。因此分別計算未消除起價偏誤，及消除起價偏誤後的經濟效應。由表 6-6 至表 6-9 的結果可以看出，未消除起價偏誤所估算出的願付金額，其平均數要高於中位數甚多，而消除起價偏誤後所估算出的願付金額，其平均數與中位數的差異則小。而且未消除起價偏誤的願付金額明顯大於消除起價偏誤後的願付金額，由此顯示未消除起價偏誤金額偏誤之願付價值分配有右偏的現象。因此，本文探討的經濟效益決定採用消除起價偏誤後所估計之願付金額的平均數為依據。

一、能見度效益

在空氣品質改善的能見度效益部份，能見度最差的一天改善為中等時，台北地區每位受訪者的平均願付金額為 7.69 元，台中地區為 6.38 元，高雄地區為 6.94 元。能見度中等的一天改善為最好時，台北地區每位受訪者的平均願付金額為 3.00 元，台中地區為 2.49 元，高雄地區為 2.71 元。由前節模型的實證結果顯示，能見度改善不同的程度，對受訪者的願付金額有顯著的影響。當能見度由最差改善為中等時，受訪者的金額較高。另外受訪者願負金額分配的中位數和齊平均數的差異不大，故在此不予贅述。

除了依污染物濃度減少的比率計算經濟效益之外，表 6-7 及表 6-8 將列出能見度「最差」等級和「中等」等級改善天數比率的經濟效益。當能見度最差的天數全部改善為中等時，台北地區平均每人獲得的經濟效益為 868.97 元，台中地區為 421.08 元，高雄地區為 610.72 元。能見度中等的天數全部改善為最好時，台北地區平均每人獲得的經濟效益為 5820.00 元，台中地區 607.56 元，高雄地區為 691.05 元。

表 6-6 改善一天空氣品質之能見度效益

單位：元/人，天

	台北地區		台中地區		高雄地區	
	最差到中等	中等到最好	最差到中等	中等到最好	最差到中等	中等到最好
未消除起價偏誤 (1)						
平均數	11.35	4.75	7.86	3.29	9.87	4.13
中位數	9.25	3.89	7.01	2.93	8.30	3.47
未消除起價偏誤 (2)						
平均數	10.87	4.24	9.42	3.68	10.85	4.23
中位數	7.52	2.93	6.34	2.47	6.20	2.42
消除起價偏誤						
平均數	7.69	3.00	6.38	2.49	6.94	2.71
中位數	7.06	2.75	6.14	2.40	6.61	2.58

說明：未消除起價偏誤的效益 (1)，係根據沒有加入組別虛擬變數的模型而得。

未消除起價偏誤的效益 (2)，係根據加入組別虛擬變數的模型而得。

消除起價偏誤的效益，係於加入組別虛擬變數的模型中，以第五組為基準，假設所有受訪者皆根據第五組的金額回答，即計算各組觀察值的 WTP 時，不考慮各該組虛擬變數之係數值的影響。

表 6-7 能見度改善天數比率之經濟效益

(能見度最差的天數改善為中等)

單位：元/人 (天數)

能見度改善天數	台北地區	台中地區	高雄地區
10%	86.90 (11)	42.11 (7)	61.07 (9)
20%	173.79 (23)	84.22 (13)	122.14 (18)
30%	260.69 (34)	126.32 (20)	183.22 (26)
40%	347.59 (45)	168.43 (26)	244.29 (35)
50%	434.49 (57)	210.54 (33)	305.36 (44)
60%	521.38 (68)	252.65 (40)	366.43 (53)
70%	608.28 (79)	294.76 (46)	427.50 (62)
80%	695.1 (90)	336.86 (53)	488.58 (70)
90%	782.07 (102)	378.97 (59)	549.65 (79)
100%	868.97 (113)	421.08 (66)	610.72 (88)

說明：民國 83 年台北地區能見度最差為 113 天，台中地區為 66 天，高雄地區為 88 天。

表 6-7 能見度改善天數比率之經濟效益
(能見度中等的天數改善為最好)

單位：元/人(天數)

能見度改善天數	台北地區	台中地區	高雄地區
10%	58.20 (19)	60.76 (24)	69.11 (26)
20%	116.40 (39)	121.51 (48)	138.21 (51)
30%	174.60 (58)	182.27 (73)	207.32 (77)
40%	232.80 (78)	243.02 (98)	276.42 (102)
50%	291.00 (97)	303.78 (122)	345.53 (128)
60%	349.20 (116)	364.54 (146)	414.63 (153)
70%	407.40 (136)	425.29 (171)	483.74 (179)
80%	465.60 (155)	486.05 (195)	552.84 (204)
90%	523.80 (175)	546.80 (220)	621.95 (230)
100%	582.00 (194)	607.56 (244)	691.05 (255)

說明：民國 83 年台北地區能見度中等為 194 天，台中地區為 244 天，高雄地區為 255 天。

本文定義「最差能見度」為 5 公里以下，「中等能見度」為 5 公里至 12 公里以下，而「最好能見度」為 12 公里及以上。根據民航局民國 84 高雄小港機場之能見度的全年逐時資料，樣本最小樣能見度 0.6 公里，樣本最大能大見度為 25 公里，取各等級之中位數，則各級能見度可以約略表示為：「最差能見度」為 2.8 公里，「中等能見度」為 8.5 公里，而「最好能見度」為 18.5 公里。利用內插法，各地區改善 1 公里能見度之邊際願付價值可以估算為表 6-9。

由表 6-9 可知民眾對改善一天能見度的經濟效益，但因為能見度同時受氣象與空氣品質因素的影響，所以欲得知改善一天空氣品質而使能見度改善的經濟效益，必須進一步推估能見度與氣象、空氣品質之間的關係。由於在國內目前的文獻裡並沒有直接推估此關係式，所以本文自環保署監資處取的民國 84 年高雄小港空氣品質監測站之各項空氣污染物的全年逐時資料，以及自民航局取得同年高雄小港機場之能見度的全年逐時資料，而後合併兩筆資料以推估之。所推估之關係如表 6-10。

表 6-9 各地區改善一公里能見度之邊際願付價值

單位：元/人，天

能見度等級	能見度 公里數	台北地區 邊際願付價值	台中地區 邊際願付價值	高雄地區 邊際願付價值
最差 (2.8 公里)	0	2.104	1.746	1.899
	1	1.970	1.635	1.778
	2	1.836	1.524	1.657
	2.8	1.729	1.435	1.560
	3	1.702	1.413	1.536
	4	1.568	1.302	1.415
中等 (8.5 公里)	5	1.434	1.191	1.294
	6	1.300	1.080	1.173
	7	1.166	0.969	1.052
	8	1.032	0.858	0.931
	8.5	0.965	0.803	0.871
	9	0.898	0.747	0.81
	10	0.764	0.636	0.689
	11	0.630	0.525	0.568
最好 (18.5 公里)	12	0.496	0.414	0.447
	13	0.362	0.303	0.326
	14	0.228	0.192	0.205
	15	0.094	0.081	0.084
	16	0	0	0
	17	0	0	0
	18	0	0	0
	18.5	0	0	0

由表 6-10 可知，就氣象因素而言，雲高（包括第一、二、三層）、露點溫度、及降水量都對能見度有顯著之正面影響，而風速、氣溫、與相對濕度則對能見度有顯著之負面影響。另外就各項空氣污染物而言，僅有二氧化硫、一氧化碳、臭氧、懸浮微粒及二氧化氮的濃度愈高，皆會能見度，但二氧化硫濃度愈高，反而會提高能見度。此模型整體而言，對能見度之變異程度能力尚佳，由於資料之中有許多缺失值，使得模型內之觀察只剩下 553 個(而非 8760 個)。

表 6-10 能見度的實證模型

自變數名稱	單位	係數	估計標準差	t-value
截距項		70,556	(16,584)	4.25***
風速	KT	-57.44	(24.53)	-2.34**
第一層雲高	100ft	211.97	(45.98)	4.61***
第二層雲高	100ft	46.17	(13.74)	3.36***
第三層雲高	100ft	12.22	(4.38)	2.79***
氣溫	0C	-287.37	(86.04)	-3.34***
露點	0C	306.34	(87.28)	3.51***
相對濕度	%	-720.35	(170.30)	-4.23***
降水量	mm	0.0083	(0.002)	4.13***
SO ₂	ppm	30.36	(6.64)	4.58***
CO	ppm	-259.57	(138.18)	-1.88*
O ₃	ppm	-30.33	(10.66)	-2.84***
PM10	mg/m3	-28.10	(4.00)	-7.03***
NO ₂	ppm	-52.98	(8.99)	-5.89***

Observation no.:623

Adjusted R-square=0.54

F Value:58.15

說明：*表示該變數通過 10%顯著水準；**表示該變數通過 5%顯著水準；***表示該變數通過 1%顯著水準。

假設空氣品質改善時，各項空氣污染物的濃度偕同比例減少、又假設各項氣候因素維持不變，僅空氣品質改變、並且假設空氣品質現況為良好、普通與不良時之 PSI 值為該等級 PSI 值集聚之中位數。根據能見度模型顯示僅有懸浮微粒、二氧化硫、一氧化碳、臭氧、二氧化氮對能見度有顯著影響，所以在考慮這些污染物濃度等比例改變的情況下，空氣品質改善與能見度改善的關係可以估算為下表 6-11。而各地區因空氣品質改善之能見度效益估算，則分別以空氣品質現況為「良好」(PSI 中位數=25)、現況為「普通」(PSI=75)、現況為「不良」(PSI=150) 的情形，計算空氣品質改善不同比率時之經濟效益如表 6-12。

表 6-11 空氣品質改善與能見度改善的關係

PSI (能見度)	空氣品質 較現況改 善%	各項污染物減少濃度					能見度 增加 公里數
		懸浮微粒 (PM10) $\mu\text{g}/\text{m}^3$	二氧化硫 (SO ₂) ppm	一氧化碳 (CO) ppm	臭氧 (O ₃) ppm	二氧化氮 (NO ₂) ppm	
不良 為現狀 (2.8 公里)	10%	25	0.022	1.2	0.016	0.045	1.016
	20%	50	0.044	2.4	0.032	0.090	2.032
	30%	75	0.066	3.6	0.048	0.135	3.048
	40%	100	0.088	4.8	0.064	0.180	4.064
	50%	125	0.110	6.0	0.080	0.225	5.080
	60%	150	0.132	7.2	0.096	0.270	6.096
	70%	175	0.154	8.4	0.112	0.315	7.112
	80%	200	0.176	9.6	0.128	0.360	8.129
	90%	225	0.198	10.8	0.144	0.405	9.145
100%	250	0.220	12.0	0.160	0.450	10.161	
中等 為現狀 (8.5 公里)	10%	10	0.009	0.675	0.009	0.023	0.457
	20%	20	0.017	1.35	0.018	0.025	0.915
	30%	30	0.026	2.025	0.027	0.068	1.372
	40%	40	0.034	2.700	0.036	0.090	1.829
	50%	50	0.043	3.375	0.045	0.113	2.287
	60%	60	0.051	4.050	0.054	0.135	2.744
	70%	70	0.060	4.725	0.063	0.158	3.202
	80%	80	0.068	5.400	0.072	0.180	3.659
	90%	90	0.077	6.075	0.081	0.203	4.116
100%	100	0.085	6.750	0.090	0.225	4.574	
良好 為現狀 (18.5 公里)	10%	2.5	0.002	0.225	0.003	0.008	0.129
	20%	5.0	0.003	0.450	0.006	0.015	0.258
	30%	7.5	0.005	0.675	0.009	0.023	0.387
	40%	10.0	0.006	0.900	0.012	0.030	0.516
	50%	12.5	0.008	1.125	0.015	0.038	0.645
	60%	15.0	0.009	1.350	0.018	0.045	0.775
	70%	17.5	0.011	1.575	0.021	0.053	0.904
	80%	20.0	0.012	1.800	0.024	0.060	1.033
	90%	22.5	0.014	2.025	0.027	0.068	1.162
100%	25.0	0.015	2.250	0.030	0.075	1.291	

表 6-12 空氣品質較現況改善之能見度

單位：元/人，天

空氣品質較 現況改善%	能見度增加 公里數	能見度 公里數	台北地區 能見度效益	台中地區 能見度效益	高雄地區 能見度效益
以「不良」為現況		2.800			
10%	1.016	3.816	1.687	1.401	1.523
20%	2.032	4.832	3.236	2.687	2.920
30%	3.048	5.848	4.647	3.859	4.193
40%	4.064	6.864	5.920	4.916	5.341
50%	5.080	7.880	7.054	5.858	6.364
60%	6.096	8.896	8.050	6.686	7.262
70%	7.112	9.912	8.907	7.399	8.035
80%	8.129	10.929	9.627	7.998	8.684
90%	9.145	11.945	10.208	8.482	9.207
100%	10.161	12.961	10.650	8.852	9.606
以「普通」為現況		8.500			
10%	0.457	8.957	0.427	0.355	0.385
20%	0.915	9.415	0.827	0.688	0.746
30%	1.372	9.872	1.198	0.997	1.081
40%	1.829	10.329	1.541	1.283	1.390
50%	2.287	10.787	1.857	1.546	1.675
60%	2.744	11.244	2.143	1.785	1.934
70%	3.202	11.702	2.403	2.001	2.168
80%	3.659	12.159	2.634	2.194	2.376
90%	4.116	12.616	2.837	2.364	2.559
100%	4.574	13.074	3.012	2.511	2.717
以「良好」為現況		18.500			
10%	0.129	18.629	0	0	0
20%	0.258	18.758	0	0	0
30%	0.387	18.887	0	0	0
40%	0.516	19.016	0	0	0
50%	0.645	19.145	0	0	0
60%	0.775	19.275	0	0	0
70%	0.904	19.404	0	0	0
80%	1.033	19.533	0	0	0
90%	1.162	19.662	0	0	0
100%	1.291	19.791	0	0	0

由表 6-12 可知，每人每天因空氣改善所獲得知能見度效益以台北地區最大，高雄地區次之，台中地區最小。而且各地區之能見效益在 PSI 值為「不良」等級時要較其為「普通」等級時大許多，而在 PSI 值為「良好」等級時則皆為零。

二、健康效益

在健康效益部份，空氣品質不良天改善為普通時，台北地區平均每位受訪者的願付金額為 28.33 元，台中地區為 18.96 元，高雄地區為 11.79 元。空氣品質普通的一天改善為良好時，台北地區平均每位受訪者金額為 4.05 元，台中地區為 2.71 元，高雄地區為 1.69 元。實證結果顯示，空氣品質改善程度不同是影響受訪者願付金額意願的顯著因素，當空氣品質改善所獲得的經濟效益亦有顯著得不同。台北地區的受訪者願付的金額最高，台中地區次之，高雄地區最低（見表 6-13）。

表 6-13 改善一天空氣品質之健康效益

單位：元/人，天

	台北地區		台中地區		高雄地區	
	不良到普通	普通到良好	不良到普通	普通到良好	不良到普通	普通到良好
未消除起價偏誤 (1)						
平均數	60.85	7.34	34.89	4.21	24.38	2.94
中位數	43.76	5.28	27.62	3.33	20.44	2.47
未消除起價偏誤 (2)						
平均數	48.70	6.97	34.51	4.94	23.23	3.33
中位數	30.37	4.35	22.18	3.17	12.35	1.77
消除起價偏誤						
平均數	28.33	4.05	18.96	2.71	11.79	1.69
中位數	24.39	3.49	16.84	2.41	10.79	1.54

說明：未消除起價偏誤的效益 (1)，係根據沒有加入組別虛擬變數的模型計算而得。

未消除起價偏誤的效益 (2)，係根據加入組別虛擬變數的模型計算而得。

消除起價偏誤的效益，係於加入組別虛擬變數的模型中，以第五組為基準，假設所有受訪者皆根據第五組的金額回答，即計算各組觀察值的 WTP 時，不考慮各該組別虛擬變數之係數值的影響。

表 6-14 及表 6-15 是空氣品質改善不同天數比率的健康效益。當空氣品質不良的天數全部改為普通時，台北地區平均每人獲得的經濟效益為 396.62 元，台中地區為 189.60 元，高雄地區為 648.45 元。當空氣品質普通的天數全部改善為良好時，台北地區平均每人獲得的經濟效益為 708.75 元，台中地區為 650.40 元，高雄地區為 392.08 元。

表 6-14 空氣品質改善天數比率之健康效益

(空氣品質不良的天數改善為普通)

單位：元/人(天數)

空氣品質改善 天數比率	台北地區	台中地區	高雄地區
10%	39.66(1)	18.96(1)	64.85(6)
20%	79.32(3)	37.92(2)	129.69(11)
30%	118.99(4)	56.88(3)	194.54(17)
40%	158.65(6)	75.84(4)	259.38(22)
50%	198.31(7)	94.80(5)	324.23(28)
60%	237.97(8)	113.76(6)	389.07(33)
70%	277.63(10)	132.72(7)	453.92(39)
80%	317.30(11)	151.68(8)	518.76(44)
90%	356.96(13)	170.64(9)	583.61(49)
100%	396.62(14)	189.60(10)	648.45(55)

說明：民國 84 年台北地區 PSI 為「不良」等級的天數是 14 天，台中地區是 10 天，高雄地區是 55 天。

表 6-15 空氣品質改善天數比率之健康效益

(空氣品質普通的天數改善為良好)

單位：元/人(天數)

空氣品質改善 天數比率	台北地區	台中地區	高雄地區
10%	70.88(18)	65.04(24)	39.21(23)
20%	141.75(35)	130.08(48)	78.42(46)
30%	212.63(53)	195.12(72)	117.62(70)
40%	283.50(70)	260.16(96)	156.83(93)
50%	354.38(88)	325.20(120)	196.04(116)
60%	425.25(105)	390.24(144)	235.25(139)
70%	496.13(123)	455.28(168)	274.46(162)
80%	567.00(140)	520.32(192)	313.66(186)
90%	637.88(158)	585.36(216)	352.87(209)
100%	708.75(175)	650.40(240)	392.08(232)

說明：民國 84 年台北地區 PSI 為「普通」等級的天數是 175 天，台中地區是 240 天，高雄地區是 232 天。

表 6-13 是空氣品質改善一天的健康效益，據此，我們可以進一步推算當空氣中的污染物濃度減少不同比率時(即空氣品質改善不同比率，民眾所得的經濟效益有多大。因為由民國 84 年的資料顯示：PM10、O₃、SO₂為影響PSI值之主要污染物(參見表 2-8)，因此首先以空氣品質指標為「不良」的情形當作基礎點，假設空氣品質「不良」的一天改善為「普通」，表示PM10、O₃、CO、SO₂等主要污染物的濃度必須分別減少 60%、44%、40%以及 61%，才會使其PSI副指標值由落於「不良」的範圍變成落於「普通」範圍¹。但各污染物成為指標污染物的機率並不同，以民國 84 年的資料微粒(見表 2-8)，在PSI大於 100 的日數中，最大指標污染物以PM10 為主，佔 69.7%，其次為O₃佔 26.8%，SO₂

佔 2.6%，CO 則佔 1%。因此我們以各污染物成為最大指標污染物的機率為權數，可以得出空氣品質由「不良」的一天改善為「普通」時，總和污染物濃度減少的百分比約 56%。

同理，當空氣品質由「不良」的一天改善為「良好」時，PM10、O₃、CO、SO₂等主要污染物的濃度必須分別減少 90%、81%、77%以及 93%，由此可估算總和污染物濃度約需減少 87%。之後配合表 6-13 之空氣品質改善一天的健康效益，利用內插法可得出空氣品質改善比率（污染物濃度減少比率）的邊際效益曲線。另外當空氣品質「普通」的一天改善為「良好」時，污染物濃度約減少 73%。空氣中污染物濃度減少不同比率的健康效益計算結果如表 6-16。

由表 6-16 可知，每人每天因空氣改善所獲得之健康效益以台北地區最大，台中地區次之，高雄地區最小。而且各地區之健康效益在 PSI 值為「不良」等級時要叫其為「普通」等級時大非常多，而在 PSI 值為「良好」等級時則為零。

¹此係根據各污染物對應之PSI副指標值取中位數計算而得。

表 6-16 空氣品質較現況改善之健康效益

單位：元/人，天

空氣品質較現況改善% ¹	台北地區	台中地區	高雄地區
以「不良」為現況			
10%	7.02	4.70	2.92
20%	13.18	8.82	5.49
30%	18.48	12.37	7.70
40%	22.93	15.34	9.55
50%	26.52	17.75	11.05
60%	29.25	19.58	12.19
70%	31.13	20.84	12.97
80%	32.16	21.52	13.40
90%	32.27	21.59	13.44
100%	32.38	21.67	13.48
以「普通」為現況			
10%	0.55	0.37	0.23
20%	1.10	0.74	0.46
30%	1.65	1.11	0.69
40%	2.20	1.48	0.92
50%	2.75	1.85	1.15
60%	3.30	2.22	1.38
70%	3.85	2.59	1.61
80%	4.40	2.96	1.84
90%	4.95	3.33	2.07
100%	5.50	3.70	2.30
以「良好」為現況			
10%	0	0	0
20%	0	0	0
30%	0	0	0
40%	0	0	0
50%	0	0	0
60%	0	0	0
70%	0	0	0
80%	0	0	0
90%	0	0	0
100%	0	0	0

說明：1.空氣品質改善比率即為污染物濃度減少。

三、清潔效益

在清潔效益部份，當空氣品質改善使清掃、洗衣時間與清潔費用減少一半（50%）時，台北地區平均每位受訪者的每天願付金額為 6.98 元，台中地區的受訪者為 6.15 元，高雄地區為 9.72，以高雄地區最高，台北次之，台中地區最低（見表 6-17）。

表 6-17 改善一天空氣品質之清潔效益

單位：元/人

	台北地區	台中地區	高雄地區
未消除起價偏誤（1）			
平均數	11.52	9.63	18.20
中位數	8.96	8.67	16.44
未消除起價偏誤（2）			
平均數	10.82	10.20	17.07
中位數	7.66	6.80	11.27
消除起價偏誤			
平均數	6.98	6.15	9.72
中位數	6.30	5.91	9.24

說明 1.此為空氣品質改善使清掃、洗衣服時間與清潔費用減少一半的效益。

說明 2.未消除起價偏誤的效益（1），係根據沒有加入組別虛擬變數的模型計算而得。

未消除起價偏誤的效益（2），係根據加入組別虛擬變數的模型計算而得。

消除起價偏誤的效益，係於加入組別虛擬變數的模型中，以第五組為基準，假設所有受訪者皆根據第五組的金額回答，即計算各組觀察值的 WTP 時，不考慮各該組別虛擬變數之係數值的影響。

由於資料限制之故，假設民眾清潔效益與其花費之清潔時間與費用成正比例關係，則根據表 6-17 可換算出當空氣品質改善，使清掃、洗衣時間與清潔費用減少不同比率時，平均每人所獲得的經濟效益（見表 6-18）。

由於清掃時間與清潔費用的增加不全然是受到空氣污染的影響，也就是說，當空氣品質較現況改善某一比率時，清掃時間與清潔費用並不是等比例減少。因此為得知空氣品質改善與清潔成本的關係，我們以受訪者家中每月的清潔時間為應變數，以其居住縣市之懸浮微粒濃度²及其他個人特徵變數為自變數建立一個模型。由實證結果知，受訪者家中之清潔時間受到教育程度、家庭年所得、清潔材料費用、戶外旅遊的次數以及懸浮微粒濃度等變數的影響，而與受訪者自身之年齡與性別無關。當其他情況不變，懸浮微粒濃度增加 1 單位，將使用每月的清潔時間增加 0.45 小時（見表 6-19）。

² 由於本研究資料限制，並無個別受訪者居住地區之懸浮微粒濃度，因此以其居住縣市之懸浮微粒的年平均值替代之。

表 6-18 清潔時間與費用減少不同比率時之清潔效益

單位：元/人，天

潔時間減少%	台北地區	台中地區	高雄地區
10%	1.40	1.23	1.94
20%	2.79	2.46	3.89
30%	4.19	3.69	5.83
40%	5.58	4.92	7.78
50%	6.98	6.15	9.72
60%	8.38	7.38	11.66
70%	9.77	8.61	13.61
80%	11.17	9.84	15.55
90%	12.56	11.07	17.50
100%	13.96	12.30	19.44

表 6-19 清潔時間的實證模型

自變數名稱	係數	估計標準差	t-value
Constant	21.301	10.464	2.036**
Sex	2.910	2.517	1.156
Age	-0.137	0.102	-1.340
Edu	-4.634	0.1240	-3.736***
Hincome	6.285E-6	2.47E-6	2.544**
Child	1.458	1.099	1.326
Matecost	0.009	0.002	5.913***
Outdoor	0.211	0.114	1.860*
PM10($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0.454	0.084	50442***

R-square=0.1008

Adjusted R-square=0.0921

F Value:11.570

說明：1.PM10 為懸浮微粒濃度，其餘自變數名稱與定義參見表 6-1。

2.懸浮微粒濃度以受訪者居住縣/市民果 84 年之平均濃度計算。

3.*表示該變數通過 10%顯著水準；**表示該變數通過 5%顯著水準；***表示該變數通過 1%顯著水準。

根據回收問卷的資料統計結果，受訪者每月平均的清潔時間(含清掃及洗衣時間)為51小時，因此若懸浮微粒濃度減少1單位，清潔時間將減少0.45小時，以即減少0.88%。據此可計算出空氣品質改善不同比率時的清潔效益如表6-20。

表 6-20 空氣品質較現況改善之清潔效益

單位：元/人，天

空氣品質較現況改善%	PM10 濃度減少 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	清潔時間減少小時	台北地區	台中地區	高雄地區
以「不良」為現況					
10%	25	11.25	3.08	2.71	4.27
20%	50	22.50	6.14	5.41	8.56
30%	75	33.75	9.22	8.12	12.83
40%	100	45.00	12.28	10.82	17.12
50%	125	56.25	15.36	13.53	21.38
60%	150	67.50	18.44	16.24	25.65
70%	175	78.75	21.49	18.94	29.94
80%	200	90.00	24.57	21.65	34.21
90%	225	101.25	27.63	24.35	38.50
100%	250	112.50	30.71	27.06	42.77
以「普通」為現況					
10%	10	4.5	1.23	1.08	1.71
20%	20	9.0	2.46	2.17	3.42
30%	30	13.5	3.69	3.25	5.13
40%	40	18.0	4.91	4.33	6.85
50%	50	22.5	6.14	5.41	8.55
60%	60	27.0	7.37	6.49	10.26
70%	70	31.5	8.60	7.58	11.98
80%	80	36.0	9.83	8.66	13.68
90%	90	40.5	11.05	9.74	15.40
100%	100	45.0	12.29	10.82	17.11
以「良好」為現況					
10%	2.5	1.125	0.31	0.27	0.43
20%	5.0	2.250	0.61	0.54	0.86
30%	7.5	3.375	0.92	0.81	1.28
40%	10.0	4.500	1.23	1.08	1.71
50%	12.5	5.625	1.54	1.35	2.14
60%	15.0	6.750	1.84	1.62	2.57
70%	17.5	7.875	2.15	1.89	2.99
80%	20.0	9.000	2.46	2.17	3.42
90%	22.5	10.125	2.76	2.44	3.85
100%	25.0	11.250	3.07	2.71	4.28

由表 6-20 可知，每人每天因空氣品質改善所得之清潔效益以高雄地區最大，台北地區次之，台中地區最小。而且各地區清潔效益在 PSI 值為「不良」等級時要較其為「普通」等級時大許多，比在「良好」等級時大更多。

唯要注意，本研究調查問卷中，僅詢問受訪者當空氣品質改善而使其清潔費用與時間減少 50%時，其最大願付金額為多少？而沒有問其在清潔費用與時間減少其他百分比時之最大願付金額。所以，推估受訪者之清潔效益時，本文假設其邊際清潔效益固定不變。由於此假設可能過於強烈，因而有可能使清潔效益高估。

四、減少建築物與車輛腐蝕效益

當空氣中之酸性物質（主要來自硫氧化物、氮氧化物）與大氣中的水滴結合並隨著酸雨降至地面時，會對房屋、建築與汽機車表面造成腐蝕作用，所以空氣品質改善將可同時減輕酸雨的危害。在腐蝕效益部份，當空氣品質改善使每天建築物與汽機車的毀壞速度減少一半（50%）時，台北地區平均每位受訪者的願付金額為 1.63 元，台中地區為 1.26 元，高雄地區為 1.66 元，以台中地區為最低（見表 6-21）。

表 6-21 改善一天空氣品質之腐蝕效益

單位：元/人，天

	台北地區	台中地區	高雄地區
為消除起價偏誤 (1)			
平均數	2.59	1.78	2.74
中位數	1.92	1.47	2.25
為消除起價偏誤 (2)			
平均數	2.49	2.14	3.10
中位數	1.49	1.38	1.72
消除起價偏誤			
平均數	1.63	1.26	1.66
中位數	1.47	1.16	1.51

說明 1：此為消除空氣品質改善使房屋、建築物與汽機車的毀壞速度減少一半的效益。

說明 2：未消除起價偏誤的效益 (1)，係根據沒有加入組別虛擬變數的模型計算而得。

未消除起價偏誤的效益 (2)，係根據加入組別虛擬變數的模型計算而得。消除起價偏誤的效益，係於加入組別虛擬變數的模型中，以第五組為基準，假設所有受訪者皆根據第五組的金額回答，即計算各組觀察值的 WTP 時，不考慮各該組別虛擬變數之係數值的影響。

假設空氣污染濃度與房屋、建築及汽機車的毀壞程度呈現正向比例關係；亦即當空氣中污染的濃度（主要為 SO₂，參見表 2-8 與表 2-9）較現況減少一半時，房屋建築及汽機車的毀壞速度亦減少一半（50%）。因此根據表 6-21 可換算出當空氣品質較現況不同比率時（即污染物濃度減少不同比率），平均每人獲得的減少腐蝕效益（見表 6-22）。

由表 6-22 可知，每人每天因空氣品質改善所獲得之減少腐蝕效益以高雄地區最大，台北地區次之，台中地區最小。但台北與高雄地區民眾所獲得之減少腐蝕效益非常接近。而且各地區之減少腐蝕效益在 PSI 值為不同等級時之差異，不若其他效益大。

表 6-22 空氣品質較現況改善之腐蝕效益

單位：元/人，天

空氣品質較現況改善%	SO ₂ 濃度減少 (ppm)	台北地區	台中地區	高雄地區
以「不良」為現況				
10%	0.022	0.33	0.25	0.33
20%	0.044	0.65	0.50	0.66
30%	0.066	.98	0.76	1.00
40%	0.088	1.30	1.01	1.33
50%	0.110	1.63	1.26	1.66
60%	0.132	1.96	1.51	1.99
70%	0.154	2.28	1.76	2.32
80%	0.176	2.61	2.02	2.66
90%	0.198	2.93	2.27	2.99
100%	0.220	3.26	2.52	3.32
以「普通」為現況				
10%	0.009	0.32	0.25	0.33
20%	0.017	0.64	0.50	0.66
30%	0.026	0.97	0.75	0.98
40%	0.034	1.29	1.00	1.31
50%	0.043	1.61	1.25	1.64
60%	0.051	1.93	1.49	1.97
70%	0.060	2.26	1.74	2.30
80%	0.068	2.58	1.99	2.63
90%	0.077	2.90	2.24	2.95
100%	0.085	3.22	2.49	3.28
以「良好」為現況				
10%	0.002	0.31	0.24	0.31
20%	0.003	0.61	0.47	0.62
30%	0.005	0.92	0.71	0.93
40%	0.006	1.22	0.95	1.25
50%	0.008	1.53	1.18	1.56
60%	0.009	1.83	1.42	1.87
70%	0.011	2.14	1.65	2.18
80%	0.012	2.45	1.89	2.49
90%	0.014	2.75	2.13	2.80
100%	0.015	3.06	2.36	3.11

說明：空氣品質改善比率即為污染物比率（以 SO₂ 的濃度減少為主）。

唯要注意的是，本研究之調查問卷中，僅詢問受訪者當空氣品質改善而使其房屋建築與汽機車的迴壞速度減少 50%時，其最大願付金額為多少？而沒有問其在房屋建築與汽機車的毀壞速度減少其他百分比時之最大願付金額。所以，推估受訪者之減少腐蝕效益時，本文假設其邊際減少腐蝕效益固定不變。由於此假設可能過於強烈，因而有可能使減少腐蝕效益高估。

第三節 總經濟效益的估計

加總表 6-12、6-16、6-20 與 6-22 之各地區的能見度效益、健康效益、清潔效益與避免腐蝕效益，可以求得空氣品質改善不同比率時，各地區每人每年所獲得的總效益（見表 6-23、6-24 與 6-25）。因為一年中，各地區空氣品質為良好、普通及不良等級各有若干天，因此計算空氣品質較現況改善不同比率之年總效益時，必須假設這三個等級的情況皆同時改善，計算方式是將每人每天在不同PSI等級下之效益乘上該等級的天數後再將其加總。而各地區的總效益則分為所有人口之總效益，及 20 歲以上人口之總效益¹兩種。

由於資料無法取得之故，各地區民國 84 年 20 歲以上之人口數，係以各地區民國 84 年之總人口數乘以民國 83 年 20 歲以上人口數佔總人口數的比例求得。三各地區的人口總數及 20 歲以上的人口數（見表 6-26）。

表 6-23 台北地區改善空氣品質之全年個別經濟效益與總經濟效益

空氣品質較現況改善%	能見度效益	健康效益	清潔效益	腐蝕效益	總效益 (元/人)	地區總效益 1 (百萬元)	地區總效益 2 (百萬元)
10%	98.35	194.53	312.93	115.18	720.99	2,856	4,282
20%	190.01	377.02	623.62	228.46	1,419.12	5,621	8,427
30%	274.69	547.47	936.55	345.39	2,104.10	8,334	12,495
40%	352.52	706.02	1,247.24	458.67	2,764.46	10,950	16,417
50%	423.64	852.53	1,560.17	573.85	3,410.19	13,508	20,251
60%	487.80	987.00	1,873.10	687.27	4,035.17	15,983	23,963
70%	545.22	1,109.57	2,183.79	804.06	4,642.64	18,389	27,570
80%	595.71	1,220.24	2,496.72	919.24	5,231.91	20,723	31,070
90%	639.36	1,318.03	2,807.41	1,032.52	5,797.32	22,963	34,427
100%	676.23	1,415.82	3,120.34	1,147.70	6,360.09	25,192	37,769

說明：1.台北地區空氣品質不良的天數有 14 天，普通的 天數有 175 天，良好的天數有 176 天。

2.地區總效益 1 係台北地區 20 歲以上人口之總效益，地區總效益 2 係台北地區所有人之總效益。

¹僅計算 20 歲以上人口之總效益，是因為假設年滿 20 歲以上的人才具有支付能力，並認為其做經濟決策時，會將家庭中之子女所獲得的經濟效益一併考慮進去。

表 6-24 台中地區改善空氣品質之全年個別經濟效益與總經濟效益

空氣品質 較現況 改善%	能見度 效益	健康 效益	清潔 效益	腐蝕 效益	總效益 (元/人)	地區 總效益 1 (百萬元)	地區 總效益 2 (百萬元)
10%	99.27	135.80	317.96	90.10	643.13	921	1,452
20%	192.00	265.80	635.91	179.05	1,272.76	1,822	2,874
30%	277.84	390.10	935.87	269.25	1,891.06	2,707	4,270
40%	356.97	508.60	1,271.82	359.35	2,496.74	3,574	5,638
50%	429.53	621.50	1,589.78	448.30	3,089.10	4,422	6,975
60%	495.22	728.60	1,907.73	536.00	3,667.55	5,250	8,281
70%	554.32	830.00	2,225.69	624.95	4,232.96	6,063	9,563
80%	606.60	925.60	2,543.64	715.15	4,790.99	6,858	10,818
90%	652.15	1,015.10	2,861.60	850.25	5,334.10	7,636	12,044
100%	676.23	1,104.70	3,179.55	894.20	5,869.52	8,402	13,253

說明：1.台北地區空氣品質不良的天數有 10 天，普通的天數有 240 天，良好的天數有 115 天。
2.地區總效益 1 係台北地區 20 歲以上人口之總效益，地區總效益 2 係台北地區所有人之總效益。

表 6-25 高雄地區改善空氣品質之全年個別經濟效益與總經濟效益

空氣品質 較現況 改善%	能見度 效益	健康 效益	清潔 效益	腐蝕 效益	總效益 (元/人)	地區 總效益 1 (百萬元)	地區 總效益 2 (百萬元)
10%	99.27	135.80	317.96	90.10	643.13	921	1,452
20%	192.00	265.80	635.91	179.05	1,272.76	1,822	2,874
30%	277.84	390.10	935.87	269.25	1,891.06	2,707	4,270
40%	356.97	508.60	1,271.82	359.35	2,496.74	3,574	5,638
50%	429.53	621.50	1,589.78	448.30	3,089.10	4,422	6,975
60%	495.22	728.60	1,907.73	536.00	3,667.55	5,250	8,281
70%	554.32	830.00	2,225.69	624.95	4,232.96	6,063	9,563
80%	606.60	925.60	2,543.64	715.15	4,790.99	6,858	10,818
90%	652.15	1,015.10	2,861.60	850.25	5,334.10	7,636	12,044
100%	676.23	1,104.70	3,179.55	894.20	5,869.52	8,402	13,253

說明：1.台北地區空氣品質不良的天數有 55 天，普通的天數有 232 天，良好的天數有 78 天。
2.地區總效益 1 係台北地區 20 歲以上人口之總效益，地區總效益 2 係台北地區所有人之總效益。

表 6-26 民國 84 年底各地區的人口總數及 20 歲以上的人口數

	台北地區	台中地區	高雄地區	合計
總人口數	5,938,478	2,257,950	2,619,947	10,816,375
20 歲以上人口數	3,960,965	1,431,540	1,742,265	7,134,770

資料來源：中華民國台閩地區人口統計。

觀察以上諸表可知，台北地區的民眾因空氣品質改善所獲得知個別經濟效益以清潔效益最大，健康效益次之，再其次為避免腐蝕效益，能見度效益則最低。台中地區與高雄地區的民眾因空氣品質改善所獲得的個別經濟效益同樣以清潔效益最大，其次為健康效益，至於能見度效益與避免腐蝕效益何者較大，則是空氣品質改善的程度而定。當空氣品質改善的程度較小時，能見度效益大於避免腐蝕效益；但當空氣品質改善的程度較大時，則反之。

空污費於 85 年度徵收總額約 69 億三千多萬元，預計由工廠徵收三十九億五千餘萬元（57%），由車輛徵收二十九億八千餘萬元（43%）；而各縣市執行共同性計畫之預期成果為削減各項污染物排放量 20%（TSP25%，Sox18%，Nox22%，CH20%）。根據本研究估計，當空氣品質較現況改善 20%時，台北地區的總效益為八十四億兩千七百萬元，台中地區為二十八億七千四百萬元，高雄地區為六十億五千七百萬元，合計約為一百七十三億五千八百萬元。若僅考慮 20 歲以上民眾所獲得的經濟效益，台北地區為五十六億兩千一百萬元，台中地區為十八億兩千兩百萬元，高雄地區為四十億兩千八百萬元，合計約為一百一十四億七千一百萬元。

因此，如果六十九億之空污費真的能達到預期執行率（20%），則民眾所得到的效益將遠大於其成本。而且此三大都會區的人口數約只佔全台灣地區總人口數之一半，因此若估計全台灣地區改善空氣品質之經濟效益，預計所得到的效益將更大。那麼在效益遠小於成本的情況下，社會最適空氣污染防治率應大於目前空污費之預期執行 20%。

此研究果亦可說明：在未來空污費徵收金額增多，而且空氣污染物削減率較高時，社會（民眾）應可得到較大之福利水準。

第七章 結論

第一節 結論

一、改善空氣品質之經濟效益

本研究利用假設估價法，評估台灣三大都會地區（台北、台中、高雄）改善空氣品質的經濟效益，並以親自面訪之問卷調查方式了解民眾對酸雨風險的認知情形。根據問卷調查結果，台北及高雄地區約有半數的受訪者表示不滿意居住城市的空氣品質，台中地區則有近三分之一的受訪者不滿意，同時大多數的受訪者亦認為空氣污染問題是目前最需要改善的環境問題，顯示空氣污染問題已普遍受到民眾重視。

在酸雨認知方面，有 83% 的受訪者曾聽過酸雨這個名詞，同時調查結果發現，提示介紹酸雨的卡片訊息有提醒受訪者了解酸雨影響的效果，而對湖泊、森林、建築物、車輛的影響較小。因此，有關單位應可再加強酸雨風險的宣導。

本研究將改善空氣品質的效益分為四部份：能見度效益、健康效益、清潔效益、減少建築物及車輛腐蝕效益由實證結果可知，受訪者的教育程度、所得水準和是否工作等個人特性變數，皆對其願付價值有顯著的正面影響。另外，在健康效益和清潔效益部份，不同地區之受訪者的願付價值有顯著的差異。實證模型亦發現，不同的起價願付金額會影響受訪者對改善空氣品質的願付價值，因此本文估計的經濟效益係採用消除起價偏誤後的估計結果。

在能見度效益的模型中，年齡愈大或平均每天待在室外時間愈長的受訪者，願付的金額愈低。教育程度及個人所得愈高、有工作、到戶外旅遊的次數愈多、常暴露於污染環境中、及採取較多避免空氣污染損害措施的受訪者，也會願意付較多的金額改善空氣品質。實證結果符合消費者邊際能見度效用遞減的理論；即當能見度愈好時，消費者增加的效用會逐漸減少，因此對能見度之願付邊際價格也會愈低。

在健康效益的模型中，我們加入一些代表個人身體健康狀況的特徵變數，包括眼睛不舒服、呼吸道問題、頭痛症狀，心臟血管疾病、氣喘及皮膚問題等。實證結果顯示，呼吸道愈不健康的受訪者，願付金額愈高；而愈常發生頭痛等症狀及皮膚問題的人，願付的金額則愈低。但是，一般認為與空氣污染關係密切的氣喘及眼睛不舒服等症狀，經實證結果顯示，反而不是影響願付價值

的重要因素，可能是樣本數不夠多或變數處理不適當所造成。

在健康效益這部份，不同地區之受訪者對受訪者改善空氣品質的願付金額有明顯的差異。當其他條件不變時，台北地區的受訪者願付金額最高，台中地區次之，高雄地區則最低。另外，空氣品質改善程度的不同，也會影響受訪者的願付金額：如果空氣品質不良的一天改善為普通，受訪者的願付金額，會比當空氣品質普通的一天改善為良好的情況下高。此亦符和理論的預期；即健康的邊際效益遞減。

在減少建築物與車輛腐蝕效益的模型中，教育程度愈高、家庭所得愈高、到戶外旅遊的次數愈多的受訪者，願付金額愈高；有工作、或居住環境經常暴露於污染環境中、每年花在清潔汽機車外表的時間愈多、或花費在維修建築物外表的費用愈高的受訪者，願付金額也愈高。但是，每年花費在維修及清潔汽機車外表的費用愈高之受訪者，其願付金額反而愈低。地區別虛擬變數在這個模型中均不顯著，表示三個地區的受訪者在減少腐蝕效益這部份的願付價值並沒有差異。

研究結果顯示，台北地區的民眾因空氣品質改善所獲得之個別經濟，以清潔效益最大，健康效益次之，再其次為避免腐蝕效益，能見度效益則最低。台中地區與高雄地區的民眾因為空氣品質改善所獲得的個別經濟效益，同樣以清潔效益最大，其次為健康效益，至於能見度效益與避免腐蝕效益何者較大，則視空氣品質改善的程度而定。當空氣品質改善的程度較小時，能見度效益大於避免腐蝕效益；但當空氣品質改善的程度較大時，則反之。

空污費於 85 年度徵收總額約為六十九億三千多萬元，預計由工廠徵收三十九億五千餘萬元（57%），由車輛徵收二十九億八千餘萬元（43%）；而各縣市執行共同性計畫之預期成果為削減各項污染物排放量 20%（TSP：25%，Sox:18%，Nox:22%，CH：20%）。根據本研究估計，當空氣品質較現況改善 20%時，台北地區的總效益為八十四億兩千七百萬元，台中地區為二十八億七千四百萬元，高雄地區為六十億五千七百萬元，合計約為一百七十三億五千八百萬元。若僅考慮 20 歲以上民眾所獲得的經濟效益，台北地區為五十六億兩千億百萬元，台中地區為十八億兩千兩百萬元，高雄地區為四十億兩千八百萬元，合計約為億百一十四億七千億百萬元。

因此，如果六十九億之空污費真能達到削減各項空氣污染物質之預期執行率 20%，則民眾所得到的效益將遠大於其成本。而且此三大都會區的人口數約只佔全台灣地區總人口數之一半，因此估計全台灣地區改善空氣品質之經濟效益將更大。那麼在效益遠小於成本的情況下，社會最適空氣污染防治率應大於目前空污費之預期執行 20%。

此研究結果亦可說明：在未來空污費徵收金額增多，而且各項空氣污染物削減率較高時，社會民眾應可得到較大之福利水準。

二、假設估價法之建議

儘管大多數經濟學者對「假設估價法」(contingent valuation method; CVM)的理論基礎皆表認同，但仍有部份的人 CVM 之實證應用感到質疑。但是不能否認，在沒有更恰當的方法以推估「無市場財貨」(non-marketed goods)之經濟效益的情形下，而且無市場財貨之非使用價值佔其總數值之比例顯著時，例如許多自然環境公共財，CVM 在實證應用上仍有其不可或缺之重要性。

陸雲【1993】曾在其文章中指出：CVM 可能不適用於中國文化。陸雲之所以有此結論，主要是因為他交叉配合不同調查方式(郵寄、面訪)及喊價方式(支付卡法、二分選擇法、逐步競價法)推估受訪者對改善空氣品質之願付價值，結果不同組合所推估出之願付價值彼此差異極大(見下表)。該研究結果顯示，基本上，支付卡法所推估之願付價值最小，競爭法較大，而二分選擇法最大。而郵寄或面談調查方式對支付卡法之推估結果影響不大，但對二分選擇法之推估結果則有極大差異。

各種 CVM 方法	平均願付金額
郵寄二分選擇法	\$ 3,301
人員調查二分選擇法	\$1,981
郵寄支付卡法	\$403
人員調查支付卡法	\$482
用二分選擇法出價之競爭法	\$763
用支付卡法出價之競爭價法	\$713

但是，本文並不認同陸雲之結論。因為配合不同調查方式及喊價方式會得到不同之願付價值，仍是問卷設計得問題，是可以事先預料到的，並非 CVM 不適用於中國文化。雖然二分選擇法在理論上有其簡易可行之優點，但相對於支付卡法，它在實際使用上較易發生以下缺點：(1) 如果受訪者對被詢問之財貨並不確切了解時，受訪者價值易為起價金額所引導，因而可能產生較大之起點偏誤，(2) 受訪者在回答是否願意支付起價金額時，較易忽略考慮其所得到的推估執教不具統計效率。尤其，陸雲在該文之問卷調查中，僅詢問受訪者如果空氣品質較現況改善 50%時，其最大願付金額為何？因為「空氣品質較現況改善 50%」本身所代表之財貨為何並不明確，所以預計二分選擇法產生之起點偏誤比支付卡法大。

至於面訪之調查方式，因為有訪員的進一步解釋，調查結果之誤差一般來說會較郵寄方式為小，但因為面訪的調查成本往往高於郵寄，所以研究人員在經費有現實，也會考慮以郵寄作為調查方式。

因為可以經由 CVM 推估消費者「無市場財貨」(non-marketed goods) 之經濟效益的基本假設在於：消費者本身最了解其對財貨之效用，所以在設計一個假設性市場時，務必對支付媒介、喊價方式、問卷中所包含之訊息向受訪者說明清楚，使受訪者對此財貨之認知完善，並且願意據實回答其對此財貨最大願付金額，以盡可能使所有受訪者面對同質之假設性財貨作答，如此才可以在理論基礎下推估出受訪者對此財貨之經濟效益。所以，CVM 雖然乍看很容易，但在實際應用時則要非常謹慎，方可得到足以信賴的研究結果。

第二節 本文限制與建議

本文之主要目的，在於分別估算台灣大都會地區（台北、台中、高雄）的民眾因為空氣品質改善所獲得之各項效益，包括：能見度效益、健康效益、清潔效益。之後加總此四部份效益以求民眾因空氣品質改善所獲得的總經濟效益。但為使各項效益能夠合理加總，本文在第六章第二節中作了一些假設。所以參考本文數據時，請特別留意這些假設，以免發生錯誤。而且，日後研究與此相關課題的人或可針對以下數點加以改善。

1. 假設空氣品質現況為 PSI 值在：「不良」、「普通」與「良好」等級之級距的中位數。若時間許可且資料可以取得的情況下，可取代以各地區民國 84 年之空氣品質監測站的實際 PSI 年平均資料。
2. 本文推估之能見度與氣象、空氣污染物之關係式，實有很大的改善空間，但必須仰賴氣象學與環境工程學方面的專家協助。
3. 本文並無估算台北、台中、高雄三大都會地區以外之民眾，因空氣品質改善的經濟效益，雖然可由本研究結果推估之，但必須假設各地區民眾對空氣品質之偏好皆與此三大都會地區之民眾相同。

另外，本文估計之總效益並沒有包括民眾因空氣品質改善所獲得之動植物效益、景觀效益，所以可能低估。惟能見度效益本身或許包含部份景觀效益，而大都會地區之動植物效益所佔比重應不會很大，所以低估情形應不至太過嚴重。

總言之，隨著國人對環境品質的重視以及環保意識的提高，如何合理地分配有限之社會資源以改善民眾居住之環境品質，實為政府當務之急且責無旁貸的工作。希望日後學者專家與政府部門能持續這方面的研究，使研究成果可以作為各項環境評估的參考。

參考文獻

1.中文部份

行政院環境保護署，中華民國台灣地區環境保護統計月報，民國 85 年 5 月。

政院環境保護署，中華民國台灣地區環境資訊，民國 84 年版。

呂世宗、陳景森、林松錦等，民國 78 年 5 月，台灣地區酸性沈降調查研究之規劃，國文中央大學環境工程研究中心，行政院環境保護署委託計畫。

李崇德、羅明政等，民國 79 年 8 月，台灣地區酸性沈降調查評估研究計畫子題（十）酸性沈降控制策略及酸化綜合評估之研究，國立中央大學土木工程系，行政院環境保護署委託計畫。

金恆鏞、漆陸忠等，民國 79 年 6 月，台灣地區酸性沈降調查評估研究計畫子題（二）酸性沈降對森林影響之研究，台灣省林業試驗所，行政院環境保護署委託計畫。

洪佳章、劉文徹、李松伍等，民國 79 年 6 月，台灣地區酸性沈降調查評估研究計畫子題（四）酸性沈降對土壤酸化的研究影響，國立中山大學海洋地質研究所、台灣糖業研究所農藝係、台灣大學農業化學系等，行政院環境保護署委託計畫。

梁啟源，民國 76 年 6 月，「台灣能源經濟動態模型之研究」，現代經濟探討叢書，第七種，中央研究院經濟所。

梁啟源，民國 78 年 12 月，「台灣能源經濟動態模型之應用-電力需求預測及電價變動對長期經濟發展之影響」，台灣計量模型研討會論文集，頁 499~566，中央研究院經濟所。

梁啟源，民國 82 年 6 月，「環保政策對台灣總體經濟之影響」，蔣經國國際學術交流基金會資助研究計畫，頁 1-1~109。

梁啟源，民國 83 年，空氣污染防制費對台灣空氣污染社會成本及經濟之影響，行政院環境保護署委託計畫。

許志義、李文堯，民國 80 年 7 月 1，「環境品質價格化：基隆河案例」，許志義主編之台灣經濟研究論叢書第五輯：環境與資源經濟，中華經濟研究出版社，頁 129-163。

許志義、李文堯，民國 76 年 7 月，「環境品質價格化之研議：假設估價法」，企銀季刊，11 卷 1 期，頁 64-77。

陸雲、Richard Bishop<民國 82 年 6 月，「台北都會區空氣污染防治效益之估算」，蔣經國國際學術交流基金會資助研究計畫，頁 2-1~2-52。

陳鎮東、洪佳章、冰潔等，民國 79 年 6 月，台灣地區酸性沈降調查評估研究計畫子題（三）酸雨對台灣湖沼水庫等自然水域酸化之影響研究，國立中山大學海洋地質研究所，行政院環境保護署委託計畫。

陳恭，民國 83 年 6 月『關渡沼澤區的保護效益評估—假設性市場評價法之應用』，國立台灣大學經濟學研究所碩士論文。

黃正義、黃炯昌譯述，民國 66 年，空氣污染學，科技圖書股份有限公司。

傅祖壇，民國 82 年 12 月，「空氣污染改善對台灣稻米部門之經濟效益評估」，中國經

濟學會年會論文集，頁 89-114。

張斐章、易任、金恆鏞等，民國 79 年 8 月，『台灣地區酸性沈降調查評估研究計畫子題（七）水文-地質化學模式預估酸性對集水區水質的影響』，國立台灣大學農業工程學系，行政院環境保護署委託計畫。

楊重信、許道欣、翁淑貞，民國 82 年 6 月，『台北都會區空氣污染對房價之影響—特徵價格法之應用』，蔣經國國際學術交流基金會資助研究計畫，頁 7-1~7-106。

葉新興、許志義、蕭代基、錢玉蘭等，民國 76 年 11 月，台灣地區空氣污染之現況分析與預測，中華經濟研究院。

蔡麗雪，民國 84 年 7 月，「台灣北部地區留川水整治經濟效益評估—假設性市場評價法之應用」，國立台灣經濟學研究所碩士論文。

劉錦恭、陳宜廷、蕭代基、傅祖壇、Alan Krupnick，民國 82 年 6 月，『台灣污染改善的健康效益評估-假設市場評價法之應用』，蔣經國國際學術交流基金會資助研究計畫，頁 6-1~6-171。

蕭代基、陳淑華，民國 82 年 12 月，『空氣污染防治對家庭清潔之效益：趨避行為法之應用』，中國經濟學會年會論文集，頁 67-88。

蕭代基、傅祖壇、陳筆、劉錦恭、李隆安、潘文涵，民國 82 年 6 月，『空氣污染對人體健康之影響的調查研究』，蔣經國國際學術交流基金會資助研究計畫，頁 5-1~5-128。

2.英文部份

Bushop and Heberlein "The Contingent Valuation Method," gather in Rebecca L. Johnson and Gray V. Johnson, Economic Valuation of Natural Resources, 1985.

Bohm, P. "An Approach to the Problem of Estimating Demand for Public Goods," Swedish Journal of Economics, No.73, 1971.

Bonm, P. "Estimating Demand for Public Goods : An Experiment," European Economic Review, No.3, 1972.

Brookshire, D.S., A. Randall and J.R. Stoll "Valuing Increments and Decrements in Natural Resource Service Flows," American Journal of Agricultural Economics, No.62, 1980.

Brookshire, D. S. and L. S. Eubank "Contingent Valuation and Revealing the Actual Demand for Public Environmental Commodities," Public Choice, 1981.

Carson, Richard T. W. M. Hanemann and R. C. Mitchell "Determining the Demand for Public Goods by Simulating Referendum at Different Tax Prices", Dept. Econ. working paper, University of California, San Diego, 1986.

Cameron, T. A. "A New Paradigm for Valuing Non-market Goods Using Referendum Data: Maximum Likelihood Estimation by Censored Logistic Regression," Journal of Environmental Economics and Management 15(Sept):355-379, 1988.

Cameron, T. A. and J. Quiggin "Estimation Using Contingent Valuation Data from a Dichotomous Choice with Followed-up Questionnaire," Journal of Environmental Economic and Management 27, p218-234, 1994.

Ciriacy-Wantrup, S. V. Resource Conservation: Economics and Policies, Berkeley, University of California Press, 1952.

Clawson, M. and J. L. Knetsch, Economics of Outdoor Recreation, Baltimore, John Hopkins press, Ballman, 1966.

Cooper, J. and J. B. Loomis "Sensitivity of Willingness to pay Estimates to Bid Design in Dichotomous Choice Contingent Valuation Models," Land Economics, 68(2), p211-224, 1992.

Cronin, F. J. and K. Herzeg, Valuing Nonmarket Goods Through Contingent Market, Pacific Northwest Laboratory, Richland, Washington PNL-4255, 1982.

Davis, R. K. "Recreational Planning As Economic Problem." Natural Resource Journal, No.1.

Greenley, D. A., R. D. Walsh and R. A. Young, Economic Benefits of Improved Water Quality Boulder, Westview Press, 1982

Hanemann, W. M., "Welfare Evaluations in Contingent Valuation Experiments with Discrete Responses Data," American Journal of Agricultural Economics 66(3):332-341, 1984.

- Hanemann W.M., J. Loomis and B. Kanninen, "Statistical Efficiency of Double-bounded Dichotomous Choice Contingent Valuation," American Journal of Agricultural Economics 73,p:1255-1263,1991.
- Hsu, G. J. Y. and W.Y. Lee , "Application of the Contingent Valuation Method to Keelung River,Taipei,"International Journal of Water Resources Development 6(3):218-221,1990
- Knetsch, J. L. and R.K.Davis."Comparisons of Methods for Recreation Evaluation," in Water Research A.V. Kneese and S.C. Smith (eds.), Baltimore, John Hopkins University Press,1965.
- Liang, Chi-Yuan "The Effect of Anti-Air Pollution Fee from Taiwan 1994-2001," Conference paper, October 16-18,Japan,1995.
- Liang, Chi-Yuan "Imputation of Air Pollution Social Cost of Energy ---A Case Study of Taiwan,"Conference paper, the 18th annual meeting of International Association of Energy Economics, July 5-8, 1995.
- Liang, Chi-Yuan "The Effect of Environmental Regulation on Electricity Industry and Linkage Effect in Taiwan," Conference paper , the 17th annual meeting of International Association of Energy Economics ,Norway,1994.
- Liang, Chi-Yuan,"The Effect of Petroleum Pollution tax on Pollution Control and Economy of Taiwan, 1990-1995," Conference paper,the 15th annual meeting of International Association of Energy Economics.July 5-8,1992.
- Loehman, E. T., S. Park and D.Boldt "Willingness to pay for Gain and Losses in Visibility and Health ,"Land Economic,70(4):478-498,1994.
- Mitchell, R. C. and R. T. Carson, An Experiment in Determining Willingness to pay for National Water Quality Improvements, draft report prepared for the U.S Environmental protection Agency.Washington D.C.Resource for the Future, Inc.1981.
- Mitchell, R.C. and R.T.Carson, Surveys to Value Public Goods, Resources for the Future.Washington.D.C, 1989.
- Neil, Helen R, "The Context for Substitutes in CVM Studies:Some Empirical Observations,"JEEM 29 (3):357-367,Nov.1995.
- Neil, Helen R., R.G. cummings, P.T.Ganderton ,G.W.Harrison and T.McGuckin"Land Economics70(2):145-154,1994.
- Pearce, D., Environmental Policy Benefits:Monetary Evaluation.OECD, Paris ,1989.
- Randall, A., B.Ives and C. Eastman,"Bidding Game for Valuation of Aesthetic Environmental Improvements,"Journal of Environmental Economics and Management, No.1,1974.
- Rosen, S."Hedonic Price and Implicit Market:Product Differentiation in Pure Competition ,"Journal of Political Economy,1974.
- Rowe, R.D., R.C. d'Arge and D.S. Brookshire ,"An Experiment on the Economic

Value of Visibility," JEEM, No. 7, 1980.

Samuelson, P.A. "Pure Theory of Public Expenditure," Review of Economic and Statistics, No. 36, 1954.

Schilze, W.D., D.S. Brookshire, E.G. Waltham, K.K. MacFarland, M.A. Thayer, R.L. Whitworth, S. Bem-Davis, W. Malm and J. Molenaar, "The Economic Benefits of Preserving Visibility in the National Parklands of the Southwest," Natural Resources Journal, No. 23, 1983.

Wicksell, K. "A New Principle of Just Taxation," 1986. translated by J.M. Buchanan, in R. A. Musgrave and A.T. Peacock (eds.) Classic in the Theory of Public Finance, New York: St Martin's Press, 1976.

〔附錄 A〕焦點團體座談記錄

地點：中央研究院調查研究工作室

時間：1995 年 12 月 30 日

主持人：錢玉蘭博士，蕭代基博士

與會工作人員：蔡宜倩、周秋美、陳茲滢

參加者名單與基本資料：

<u>姓名</u>	<u>性別</u>	<u>年齡</u>	<u>教育程度</u>	<u>職業</u>
1. 陳先生	男	36	高商	義交
2. 陳先生	男	28	高中	汽車美容
3. 陳小姐	女	37	高商	主婦
4. 陳小姐	女	29	大專	電腦繪圖師
5. 張先生	男	36	大專	商店老闆
6. 周先生	男	55	初中	技工
7. 詹先生	男	50	小學	檳榔攤老闆
8. 曹太太	女	47	大學	主婦
9. 關太太	女	41	小學	小吃店僱員
10. 吳小姐	女	26	大專	上班族

座談記錄：

這次座談的目的是想了解問卷的題意是否清楚，是否容易作答，以及說明部份對回答問卷有沒有幫助等，以做為修改問卷的參考。同時希望藉由這次座談結果，得到起價點和改善空氣品質的支付工具。

首先由計劃主持人說明計畫的目的，然後就問卷各部份的內容逐一討論，討論重點依據問卷四個單元順序摘要於下。

〈單元一 對空氣品質現況的看法〉

錢老師：1-1 題是問受訪者對大台北地區空氣品質的看法，1-3 題則是針對居住地區附近的情況回答。

蕭老師：1-2，1-4 題之污染來源可依次排列，主要來源寫 1，次要寫 2，依次類推。

陳小姐(4)：都會區農藥、除草劑不會造成太大的空氣污染，燃燒垃圾的煙灰也很少。

蕭老師：燃燒垃圾在南港地區還是有，至於農藥、除草劑可刪除併入其他項。

錢老師：1-5 題講到「能見度」，如果空氣中懸浮微粒太多，會使空氣看起來髒髒的，大家覺得這個會不會造成什麼影響？

陳小姐(3)：會有感覺，但對能見度不是很有印象。

蕭老師：「能見度」這個名詞大家能不了解？

張先生：這是很主觀的看法。

蕭老師：「能見度」客觀上有衡量的標準，這裡指的是能不能看得遠。

陳先生(1)：航空、航運業者會較清楚什麼是「能見度」，一般民眾可能較不了解。

錢老師：問卷第二部份會有照片表示不同的能見度等級，也許可將這一題調到後面，或是措辭部份再修改，讓民眾了解能見度所指為何。

蕭老師：1-6 題空間品質對健康的影響，主要是呼吸道的疾病，眼睛也會有傷害。

陳先生(1)：空氣品質特別對交通警察，義警影響更大，我本身是交通義警，體會很深。建議這份問卷是不是應該針對特殊行業的人員。

陳小姐(3)：空氣品質對一般人的健康也是有很大的影響。

錢老師：這項研究是針對台灣三大都會區—台北、台中、高雄，以統計方法隨機抽樣，並不限定於特殊階層或行業的人，我們尊重每個人的意見，研究出的結果代表各都會區一般民眾因空氣品質改善所得之經濟效

益。

蕭老師：空氣品質對一般民眾的健康仍是有影響，例如台北地區氣喘、感冒的人數增加，大多是空氣汙染造成的。

錢老師：空氣汙染嚴重時，一般感冒都不容易好，尤其小孩子容易併發支氣管炎。

張先生：我本人居住於田園綠莊，附近即有一垃圾掩埋場，大雨或颱風天過後，社區居民尤其是小孩及年紀大的人，常會出現感冒及呼吸系統的症狀，對我們社區是相當大的困擾。

錢老師：1-7 題詢問空氣品質對清掃次數的影響，大家有沒有問題？

張先生：只要馬路邊都會有這種問題，我家開店有自動門，自動門開或關都只是一很短暫的時間，但還是可以感覺到落塵量很大。

錢老師：接下來看 1-8、1-9、1-10 三題。1-8 題加次序，最主要的寫 1，次要寫 2，想看看民眾認為最急迫需要改善的環境問題有哪些。1-9 題及 1-10 題是詢問民眾是否贊成目前徵收空污費的措施，藉此了解一般民眾的意見，提供政府參考。

蕭老師：這部份討論差不多了，我想問一個問題，1-2 題你們認為台北空氣汙染的最主要來源是什麼？（以舉手方式）

6 個人認為來自汽機車排放的廢氣。

3 個人認為來自道路整修產生的灰塵。

蕭老師：根據統計，台北地區最主要的空氣汙染來源是道路整修和工地產生的灰塵。

陳小姐(4)：日本的工地都圍得很好，汽車也洗得很乾淨。

陳先生(1)：日本規定道路施工時間為半夜 12：00 至清晨 6：00，較不會產生汙染問題。

蕭老師：台灣工程單位非常不注重環保，營建中的工程應遮蓋起來或將灰塵掃乾淨。1-2 題，1-4 題的，，選項一般民眾不易區分，可能合併為

一項。汙染來源大部份來自營建工地或道路施工，汽機車經過會揚起大量灰塵，但一般人誤以為是汽機車排放的廢氣。

〈單元二 空氣品質改善之願付價格〉

錢老師：這部份想了解民眾對改善空氣品質的願付價格。空氣品質改善主要會有四類效益：能見度、健康、清潔、減少建築物及車輛腐蝕。能見度預計有三個等級，但目前只拍到兩個等級的照片。(傳閱)

蕭老師：現在想請問大家願不願意從口袋中拿出錢來，使空氣品質改善，因而能見度改善？

錢老師：2-2 題詢問各地區在過去一年內不同能見度等級的天數，請問大家覺得好不好回答？

陳小姐(3)：如果有照片可以分三級。

錢老師：請大家看 2-3B 最後一行，將願意付的金額填上去。

陳小姐(3)：如果空氣品質能改善我願意支付，但我們不知政府經費如何運用，若了解則願意支付。

陳先生(1)：可不可以給價目表，憑空寫不出來。

蕭老師：在正式訪問時，我們會把數字填上去，以 2-3A 題為例，題目改成你願不願意付 1000 元，使能見度 B 的一天改善為 A？若你回答願意，我們再把金額提高，問 2000 元你願不願意；若你回答不願意，就降低金額，問 500 元你願不願意付。但那個數字我們還沒得到，所以請大家填你認為合適的金額，而後由各位填答的金額來設定。

陳小姐(3)：你剛才講那個數字是一天，如果我們要一年都改善，是否要將那個數字乘上 365 倍？是不是要付那麼多費用？

錢老師：通常我們在做經濟分析時，沒有辦法乘上那麼多倍，因為有時候空氣

霧霧的是因為溼氣所引起的，不可能全部 365 天都改善成如照片 A 晴朗的天氣。所以我們想先知道民眾一天的效用，再按實際資料處理。

蕭老師：所以在 2-3A 題中，我們將從氣象局得到各地區能見度的資料。

錢老師：剛才蕭老師提到我們現在還不能填上願不願意支付的數字，這是因為過去研究的文獻指出，民眾的願付金額很容易被研究人員設定的金額誤導。所以現在我們需要大家的協助，試想你們口袋有多少錢，願意而且能付多少就付多少元。還有一件事很重要，就是我們先不管政府能不能做到，而是假設政府一定能做到，你們願意付多少元。

詹先生：現在石化工廠造成空氣汙染來源。這個不改進，空氣品質會愈來愈惡化。

蕭老師：改善空氣品質，不僅是廠商要改善，政府也要做事情。現在你付這個錢，不一定是政府拿去用，可能廠商也要用，最後會反映到每個人的身上，例如物價會提高，都是一樣的情形。

錢老師：廠商要改善空氣品質，可能要加裝某種設備，到時候大家要買的東西會比較貴。我們也可以在此討論以「政府的預算來支應」大家比較習慣，還是用「成立基金會的方式」。另外，政府改善空氣品質是要花錢的，像剛才提到工地灰塵會造成汙染，本來花 100 元，若要圍好一點就要花 105 元，政府願不願意花這多出來的錢，就要視民眾所感受到的效用而定。民眾願意支付金額，從另一角度來看就是民眾因空氣品質改善後心中得到效用或是說好處的概念。因為空氣品質是公共財不能在市場上買到，所以政府才想了解要花多少錢去改善，如果政府願意花 500 萬元去改善，也許民眾會說根本不值得花那麼多錢，也有可能是民眾會感受到這個好處，認為值得去改善。所以我們才會做這個研究，了解民眾的想法。

蕭老師：改善空氣品質廠商要增加支出，最後可能會反映到每個人面對的價格上面，問你願不願意付多少錢，其實就是問你願不願意買的東西比較

貴，要有這種想法，才能回答這個問題。這個錢不一定是政府支出，而可能是使你買東西的物價都會提高。也就是你每年願意增加多少支出，或出多少錢來改善一天的空氣品質，使天空變得更晴朗。

張先生：我對捐 100 元或是捐 1 萬元有多大的效益，這個概念還是很模糊。我個人看法是如果由反方向來推會比較容易回答。例如提供我們有關台北市政府一年的總預算除以台北市總人口的數據，知道每個人可以分配到的總預算有多少，而願意拿出其中多少錢來改善空氣品質，這樣才較有概念。

蕭老師：這裡改善空氣品質是指需要額外的支出，除原有的稅以外還要再繳。

陳小姐(3)：現在只回答一天，如果資料出來一年有 100 天需要改善，是不是要付 100 倍的費用？因為基本上我要考慮一年的總預算。

蕭老師：對，民眾要有預算的限制，所以要等實際資料出來，把題目改成將能見度 C 或 B 的那幾天全部改善，願意付多少錢比較好。

錢老師：現在請大家回答 2-4A 題的最後一行話，請問您願意每年至少接受賠償多少元，以彌補能見度 A 的一天惡化為 B？理論上願意接受賠償的額度，和願意付出的應該市一樣，但實證結果卻經常差距很大。

陳小姐(3)：既然有心要改善空氣品質，不一定要得到賠償。

錢老師：這題是在假設空氣品質已經惡化的情形下作答。

錢老師：現在看健康效益部份，我們提供了各地區在民國 84 年 1 至 6 月空氣品質指標的資料。

蕭老師：ICRT 每天都有報導空氣品質指標，但大部份的人都沒聽過空氣品質指標，所以需要加強民眾在這一方面的了解。知不知道空氣品質指標對問卷有沒有幫助？

*參加座談的 10 個人中，有 3 個人聽過空氣品質指標。

錢老師：台北市目前的資料是民國 84 年 1-6 月的資料，台北市良好有 45%，不良

4%。台北縣不良就較多，有 5%。高雄縣則有 61% 普通，不良有 21%。而 7 月與 8 月因為常有高氣壓的關係，台北的空氣品質會愈惡化，事實上台北的空氣品質屬於良好等級的天數已經不到一半了，得到這個訊息之後，您願意付多少錢使空氣品質獲得改善？

陳小姐(3)：改善一天對我來講沒有用，假如我是受訪者，我會回答全部改善願意付多少錢，因為空氣品質對健康的影響比前面能見度更重要。

蕭老師：此處也改成空氣品質普通那幾天全部改善成良好，願意每年付多少錢？

錢老師：這部份如果沒問題，請大家看清潔效益部份。大家覺得 2-7 題每月好不好估算？

曹太太：每個星期打掃較好算。

陳小姐(3)：支出的部份每個月對我來講比較好算。

蕭老師：這裡的打掃不只是打掃室內與室外，還包括洗衣服、個人清潔洗臉與洗澡等。清潔的消耗材則指每個月每個家庭每月總支出，不單是因空氣污染而增加的支出。

錢老師：清潔時間將清掃和洗衣服分開算，不包括洗臉與洗澡的時間。費用則以家庭為單位，包括所有打掃、洗臉與洗澡的清潔用品。2-8，2-9 題所謂減少或增加 50%，是指前面的數字都減少一半或增加 50%，大家覺得這兩題將清掃時間和清潔費用合在一起算好不好回答？

陳小姐(3)：合在一起好。

蕭老師：這裡清掃時間與費用減少一半，還要加上洗衣時間與費用也減少一半比較清楚。

錢老師：接下來進行減少建築物及車輛腐蝕效益部份。

陳先生(1)：2-11 題及 2-12 題的維修時間由小時改為天來計算比較好。

蕭老師：2-11 題是針對自住的房子回答。清潔時間指自己做的清潔時間。

陳先生(1)：建築物外表包不包括陽台？

錢老師：陽台應算在前面的清潔效益，不算在建築物外表。這裡外表是指建築物外表，包括外牆、鐵窗、鐵門、木窗及木門等。

〈單元三 酸雨風險認知〉

錢老師：這部份是想了解大家有沒有聽過酸雨這名詞，以及對酸雨風險的認識程度。環保署已經請台大環工所和一些學工程的人，對酸雨持續做過許多研究。如果調查結果發現民眾認為酸雨問題不嚴重，或對其認識不多，可能要透過媒體等方式加強宣導，讓民眾了解酸雨的問題。因此這部份請大家知道多少就答多少。

陳小姐(3)：3-2 題是不是可以省略，因為自己居住的城市會比較清楚。

蕭老師：對，就根據自己居住的地區作答。

蕭老師：3-6 題可以容忍的程度，你們了解意思嗎？是指個人認為可以忍受的程度或是城市可以容忍的程度？

錢老師：指個人對酸雨各方面的綜合影響可以容忍的程度。

陳小姐(4)：一般人比較感覺不出酸雨對農作物、森林的影響。

蕭老師：大家比較了解的是建築物和汽車外表的腐蝕。

錢老師：空氣污染物質除了懸浮微粒外，還有工廠燃燒不完全的東西產生的硫氧化物、氮氧化物等，空氣中這些物質如果太多的話，會影響到雨水的酸鹼度。現在做這些研究主要是未雨綢繆，因為中國大陸經濟發展後，電廠蓋的愈多，由於風向的關係，污染物質會吹到台灣。

蕭老師：我覺得還可以問一下大家知不知道台灣酸雨的來源，事實上台灣目前的酸雨主要來自中國大陸，問民眾是否知道這個情況，還是以為是台灣本島產生的。

〈單元四 基本資料〉

錢老師：因為研究需要，這部份的個人資料我們只是用來分析平均數值，以知道樣本的特性，絕不對外公開，請大家盡量填寫。

蕭老師：還要加一些問題，如家庭成員中各年齡層有多少人、居住的地區、房屋的屋齡、住第幾層樓，是不是位於大馬路邊等。

陳小姐(3)：一天往返算不算旅遊？

錢老師：算。詢問這題是因為若一個人常出去旅遊，對空氣品質的要求一般也可能較高。

蕭老師：很多人都是因為健康的關係，週末會出去走一走。請問各位除了郊遊之外，還採取過什麼措施避免空氣污染的損害？

陳先生(1)：每個禮拜洗三溫暖，每三個月做臉一次，固定每三個月健康檢查。

錢老師：陳先生是交通義警，受空氣污染的影響首當其衝。

蕭老師：除了健康檢查，在健康方面和清潔方面還有沒有採取什麼行為避免空氣污染的損害？

陳小姐(3)：裝除濕機、空氣濾清器等。

蕭老師：你們如果採取了這種行為，表示有意願改善空氣品質，這和你們願意付多少錢有很大的關係。

陳小姐(3)：對於 4-17 題所描述的各种症狀自己並不知道是不是受到空氣污染影響。

蕭老師：這欄可以不必問，只要知道嚴重程度和發生頻率就好了。發生頻率可回答到次數嗎？

〔 卡片 B 〕

根據中央氣象局，氣象測站的能見度平均資料，
民國 83 年台北 / 台中 / 高雄 地區各能見度等級
的天數及百分比如下表：

	台北地區	台中地區	高雄地區
最好	58(16%)	55(15%)	22(6%)
中等	194(53%)	244(67%)	255(70%)
最差	113(31%)	66(18%)	88(24%)

〔 卡片 C 〕

空氣品質與人體健康的關係密切，所以空氣品質改善會使人體健康情況亦跟著改善。根據空氣污染指標值（PSI）可將空氣品質分為五個等級：良好、普通、不良、極不良、有害。下表列出這五個等級的空氣品質對人體健康造成的影響及限制：

空氣品質 指標值等級	健康影響	人體限制
良好	無	無
普通	眼睛不舒服	影響少數人
不良	眼睛不舒服 呼吸問題	影響一些人
極不良	眼睛不舒服 呼吸問題 咳嗽、頭痛 身體靈活度減弱	影響大多數的人 小孩老人及有呼叫器道和心臟疾病的人 應待在室內，並減少身體活動
有害	眼睛不舒服 呼吸問題 咳嗽、頭痛 身體靈活度減弱 反胃 可能過早死於疾病	幾乎影響所有人 小孩老人及有呼叫器道和心臟疾病的人 應待在室內，並減少身體活動 一般人亦應避免戶外活動

註 1：眼睛不舒服：眼睛發癢、流眼淚、眼屎多、帶隱形眼鏡不舒服等

註 2：呼吸問題：流鼻水、鼻膿或其他鼻病、支氣管炎或鼻子過敏、呼吸時有哮喘聲等。

〔 卡片 D 〕

根據環保署空氣品質監測站的平均資料，民國 84 年 台北/台中/高雄 地區，在 PSI 指標下各空氣品質等級的天數及百分比如下表：

	台北地區	台中地區	高雄地區
良好	176 (48%)	115 (31%)	78 (21%)
普通	175 (48%)	240 (66%)	232 (64%)
不良	14 (4%)	10 (3%)	55 (15%)
極不良	0	0	0
有害	0	0	0

〔 卡片 E 〕

酸雨的形成源自於空氣中的酸性物質與大氣中的水滴結合而成，之後隨著降雨而落至地面，當酸雨現象嚴重時，會改變雨水、河川、湖泊、土壤等之酸鹼值，造成過度酸性，因此對動植物、森林、人體健康、農作物皆產生不良影響，而且會腐蝕建築物與置於露天之車輛設備。有鑑於此，政府相關單位對國內之酸雨持續做過許多調查研究。

〔附錄 C〕正式問卷的十組起始金額

單位：元

問卷 編組 題號	第一 組	第二 組	第三 組	第四 組	第五 組	第六 組	第七 組	第八 組	第九 組	第十 組
2-1A	50	100	200	300	500	800	1200	1600	2000	3000
	100	200	400	600	1000	1600	2400	3200	4000	6000
	25	50	100	150	250	400	600	800	1000	1500
2-1B	50	100	150	250	350	500	700	1000	1500	2000
	100	200	300	500	700	1000	1400	2000	3000	4000
	25	50	75	125	175	250	350	500	750	1000
2-2A	100	150	250	350	500	700	1000	1500	2000	3000
	50	75	125	175	250	350	500	750	1000	1500
	200	300	500	700	1000	1400	2000	3000	4000	6000
2-2B	100	200	300	500	800	1200	1600	2000	3000	4500
	50	100	150	250	400	600	800	1000	1500	2250
	200	400	600	1000	1600	2400	3200	4000	6000	9000
2-5A	20	40	80	120	200	300	450	650	900	1200
	40	80	160	240	400	600	900	1300	1800	2400
	10	20	40	60	100	150	225	325	450	600
2-5B	50	100	200	300	500	800	1200	1600	2000	3000
	100	200	400	600	1000	1600	2400	3200	4000	6000
	25	50	100	150	250	400	600	800	1200	1500
2-6A	100	200	300	500	800	1200	1600	2000	3000	5000
	50	100	150	250	400	600	800	1000	1500	2500
	200	400	600	1000	1600	2400	3200	4000	6000	10000
2-6B	40	80	120	200	300	450	650	900	1200	1500
	20	40	60	100	150	225	325	450	600	750
	80	160	240	400	600	900	1300	1800	2400	3000
2-8A	25	50	75	100	150	250	350	500	700	1000
	50	100	150	200	300	500	700	1000	1400	2000
	10	25	35	50	75	125	175	250	350	500
2-9A	50	75	100	150	250	350	500	700	1000	1500
	25	35	50	75	125	175	250	350	500	750
	100	150	200	300	500	700	1000	1400	2000	3000
2-13A	50	100	200	300	500	800	1200	1600	2000	3000
	100	200	400	600	1000	1600	2400	3200	4000	6000
	25	50	100	150	250	400	600	800	1000	1500
2-14A	100	200	300	500	800	1200	1600	2000	3000	4500
	50	100	150	250	400	600	800	1000	1500	2250
	200	400	600	1000	1600	2400	3200	4000	6000	9000

附表 1 民國 84 年台灣地區各縣市落塵量之每月平均濃度

單位：Ton/km²

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
北部地區												
基隆市	6.14	11.46	12.94	7.21	1.89	2.20	1.77	1.37	1.35	5.70	3.04	3.77
台北縣	6.27	8.03	8.69	5.87	5.87	6.84	6.53	7.75	5.95	7.14	5.18	4.69
台北市	10.40	14.04	11.50	17.21	12.78	12.35	16.86	12.91	11.98	10.07	11.49	9.07
桃園縣	4.97	5.67	11.88	5.67	13.67	13.83	8.65	--	--	--	--	--
新竹縣	25.58	7.06	20.40	5.35	9.50	6.80	2.75	3.25	3.15	5.60	8.60	--
新竹市	11.67	1.25	2.03	5.70	3.70	6.97	3.33	5.30	3.47	3.93	2.77	5.85
中部地區												
苗栗縣	7.80	7.78	8.03	7.92	7.92	8.10	8.22	8.28	8.33	8.07	7.50	--
台中縣	12.00	16.90	5.40	--	9.17	7.79	7.80	4.77	7.67	9.87	16.50	7.40
台中市	15.43	15.43	17.29	17.57	17.71	15.00	--	15.00	15.29	14.86	14.57	14.67
彰化縣	7.15	2.90	4.50	6.25	1.63	4.47	3.30	6.82	8.27	8.55	8.38	2.47
南投縣	4.67	8.92	12.75	11.35	4.47	6.70	4.95	6.27	5.70	3.70	8.13	4.30
雲林縣	--	1.40	1.37	1.20	1.42	1.27	1.34	1.08	12.24	8.42	15.40	5.26
南部地區												
嘉義縣	4.52	3.95	4.55	3.45	4.42	3.00	7.60	4.25	4.25	3.58	6.53	7.15
嘉義市	4.02	4.55	3.80	3.92	4.20	--	2.85	2.70	2.70	3.15	5.67	5.75
台南縣	4.06	5.70	4.47	4.53	4.50	3.54	3.77	3.78	3.78	5.88	5.62	7.70
台南市	17.28	17.77	23.67	19.05	14.52	13.83	8.00	16.10	16.10	12.92	8.52	8.36
高雄縣	8.09	9.90	4.46	4.48	3.36	4.13	1.85	--	--	4.55	5.84	3.45
高雄市	11.32	10.21	8.27	8.12	10.87	8.94	11.34	3.16	11.68	7.91	6.15	6.76
屏東縣	3.40	5.05	2.15	5.80	5.15	2.20	1.10	3.85	3.85	15.00	6.45	7.70
東部地區												
宜蘭縣	2.93	3.45	5.43	7.92	4.78	3.29	6.76	3.10	3.89	2.39	6.71	8.32
花蓮縣	--	3.33	7.27	4.23	5.73	1.63	0.59	2.77	0.73	1.77	3.13	5.40
台東縣	3.10	2.50	1.40	24.00	--	--	--	--	--	--	--	1.80
澎湖縣	11.00	7.30	8.00	6.90	7.20	7.90	4.80	11.00	11.00	28.00	22.00	2.50
台灣地區	8.53	9.15	9.46	9.50	8.07	7.68	7.98	7.41	8.12	7.56	7.99	6.82
台灣省	7.71	7.79	9.15	7.93	6.66	6.44	5.17	6.62	6.78	6.99	7.44	6.25

資料來源：中華民國台灣地區環境保護統計月報，第 76-86 期，行政院環境保護署

附表 2 民國 84 年台灣地區各縣市一氧化碳之每月平均濃度

單位：ppm

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
北部地區												
基隆市	0.95	0.92	1.20	1.04	1.05	0.92	0.77	0.66	0.79	0.76	0.82	0.83
台北縣	0.97	0.92	1.24	1.21	1.09	0.91	0.93	0.89	0.81	0.72	0.78	0.73
台北市	1.28	1.28	1.58	1.45	1.35	1.19	1.23	1.11	1.01	0.87	0.98	1.65
桃園縣	0.76	0.60	0.91	0.88	0.84	0.64	0.72	0.73	0.63	0.60	0.61	0.56
新竹縣	0.56	0.52	0.70	0.70	0.68	0.48	0.49	0.53	0.50	0.43	0.52	0.47
新竹市	0.80	0.74	0.97	0.91	1.02	0.68	0.76	0.79	0.69	0.60	0.70	0.69
中部地區												
苗栗縣	0.69	0.66	0.79	0.68	0.76	0.51	0.49	0.58	0.62	0.61	0.71	0.55
台中縣	0.90	0.84	1.01	0.93	0.92	0.61	0.63	0.71	0.76	0.75	0.87	0.82
台中市	0.96	0.76	1.08	0.92	0.95	0.69	0.73	0.84	0.80	0.68	0.88	0.77
彰化縣	0.82	0.71	0.83	0.78	0.75	0.57	0.56	0.60	0.71	0.70	0.79	0.77
南投縣	0.96	0.89	1.02	0.89	0.80	0.50	0.52	0.56	0.70	0.86	0.93	0.99
雲林縣	0.69	0.55	0.62	0.60	0.56	0.43	0.42	0.48	0.55	0.60	0.69	0.70
南部地區												
嘉義縣	0.63	0.44	0.52	0.55	0.50	0.40	0.38	0.43	0.45	0.46	0.50	0.50
嘉義市	1.31	1.01	1.10	0.95	0.81	0.50	0.58	0.76	0.76	0.93	1.02	1.09
台南縣	0.63	0.54	0.67	0.57	0.51	0.41	0.37	0.39	0.47	0.56	0.60	0.65
台南市	0.86	0.75	0.85	0.73	0.71	0.49	0.54	0.61	0.68	0.76	0.79	0.81
高雄縣	0.90	0.86	0.89	0.71	0.64	0.52	0.50	0.58	0.66	0.86	0.90	0.95
高雄市	1.04	0.96	1.03	0.81	0.80	0.64	0.74	0.75	0.74	0.91	0.98	1.27
屏東縣	0.86	0.79	0.79	0.64	0.60	0.50	0.48	0.56	0.63	0.78	0.81	0.71
東部地區												
宜蘭縣	0.67	0.74	0.78	0.72	0.69	0.66	0.57	0.54	0.58	0.64	0.62	0.64
花蓮縣	0.80	0.94	0.89	0.79	0.76	0.69	0.59	0.57	0.64	0.73	0.82	0.78
台東縣	0.72	0.70	0.71	0.71	0.65	0.59	0.59	0.60	0.58	0.54	0.54	0.56
澎湖縣	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
台灣地區	0.89	0.82	0.99	0.90	0.84	0.67	0.69	0.70	0.70	0.72	0.79	0.98
台灣省	0.84	0.76	0.92	0.84	0.79	0.62	0.62	0.65	0.67	0.69	0.75	0.73

資料來源：中華民國台灣地區環境保護統計月報，第 76-86 期，行政院環境保護署。

附表 3 民國 84 年台灣地區各縣市二氧化硫之每月平均濃度

單位：ppm

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
北部地區												
基隆市	0.009	0.007	0.014	0.015	0.011	0.011	0.011	0.008	0.009	0.005	0.008	0.006
台北縣	0.007	0.006	0.011	0.012	0.009	0.011	0.012	0.010	0.008	0.004	0.005	0.005
台北市	0.006	0.006	0.009	0.010	0.008	0.009	0.009	0.007	0.008	0.004	0.005	0.009
桃園縣	0.010	0.006	0.011	0.011	0.010	0.010	0.012	0.012	0.008	0.007	0.006	0.008
新竹縣	0.005	0.004	0.006	0.004	0.005	0.004	0.005	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
新竹市	0.007	0.007	0.007	0.007	0.006	0.006	0.006	0.005	0.006	0.004	0.005	0.004
中部地區												
苗栗縣	0.007	0.006	0.006	0.007	0.008	0.004	0.005	0.005	0.007	0.007	0.006	0.038
台中縣	0.008	0.006	0.008	0.007	0.007	0.006	0.004	0.006	0.007	0.006	0.007	0.007
台中市	0.006	0.004	0.005	0.006	0.007	0.005	0.004	0.005	0.006	0.005	0.005	0.005
彰化縣	0.001	0.006	0.006	0.006	0.007	0.007	0.004	0.004	0.007	0.007	0.008	0.009
南投縣	0.004	0.003	0.003	0.003	0.003	0.007	0.001	0.002	0.003	0.004	0.004	0.004
雲林縣	0.007	0.005	0.005	0.004	0.004	0.003	0.003	0.003	0.004	0.007	0.008	0.008
南部地區												
嘉義縣	0.007	0.006	0.006	0.005	0.004	0.004	0.003	0.002	0.003	0.006	0.007	0.007
嘉義市	0.010	0.008	0.008	0.007	0.008	0.005	0.004	0.004	0.006	0.009	0.010	0.011
台南縣	0.008	0.007	0.008	0.007	0.005	0.005	0.004	0.003	0.004	0.006	0.007	0.008
台南市	0.009	0.007	0.009	0.009	0.008	0.007	0.007	0.006	0.006	0.009	0.010	0.01
高雄縣	0.025	0.024	0.019	0.016	0.009	0.006	0.006	0.008	0.007	0.014	0.020	0.022
高雄市	0.015	0.014	0.015	0.015	0.012	0.009	0.011	0.012	0.009	0.013	0.016	0.021
屏東縣	0.008	0.008	0.008	0.007	0.005	0.005	0.003	0.004	0.004	0.007	0.008	0.006
東部地區												
宜蘭縣	0.003	0.002	0.005	0.002	0.002	0.003	0.002	0.002	0.002	0.001	0.002	0.002
花蓮縣	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002
台東縣	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	--	0.000	0.001	0.001
澎湖縣	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
台灣地區												
台灣省	0.009	0.008	0.009	0.009	0.008	0.007	0.007	0.007	0.008	0.007	0.008	0.011

資料來源：中華民國台灣地區環境保護統計月報，第 76-86 期，行政院環境保護署。

附表 4 民國 84 年台灣地區各縣市總懸浮微粒之每月平均濃度

單位：μg/m³

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
北部地區												
基隆市	158.36	121.42	178.33	248.95	164.32	168.58	137.09	95.53	110.82	101.53	65.54	137.44
台北縣	143.74	137.75	171.74	224.06	191.38	183.92	190.97	161.85	134.97	129.51	152.01	153.65
台北市	246.80	169.18	271.03	170.41	217.16	185.43	243.98	181.33	200.33	161.14	219.45	218.37
桃園縣	91.13	126.59	157.98	134.79	228.98	138.30	65.46	--	--	--	--	--
新竹縣	72.71	103.80	73.96	122.44	109.57	146.14	79.37	75.90	74.74	164.01	85.39	128.46
新竹市	48.68	48.68	51.02	143.69	83.22	107.36	90.18	87.49	140.94	128.65	103.33	68.66
中部地區												
苗栗縣	82.90	85.06	87.72	82.48	83.40	85.39	82.06	80.79	77.88	76.23	76.29	--
台中縣	188.54	155.06	152.50	160.96	153.06	160.96	110.82	97.27	99.35	142.33	143.90	163.30
台中市	184.23	109.76	173.74	172.87	170.36	137.56	104.18	136.64	154.23	176.46	170.90	193.43
彰化縣	130.75	101.34	190.76	163.98	170.90	81.21	84.53	95.54	161.75	157.00	144.50	164.00
南投縣	184.39	131.90	156.36	209.37	146.30	74.05	135.52	124.60	153.65	207.96	216.39	154.20
雲林縣	189.16	134.73	189.24	138.97	101.43	55.02	69.88	85.78	131.40	141.88	162.41	160.48
南部地區												
嘉義縣	170.57	153.12	177.66	182.74	150.01	92.60	88.91	58.02	58.02	155.91	223.57	199.65
嘉義市	180.40	198.24	160.54	125.14	179.63	74.35	202.25	103.88	103.88	168.70	204.95	290.27
台南縣	143.27	165.04	144.61	130.29	108.57	93.67	87.24	70.22	70.22	142.25	41.66	146.82
台南市	187.53	175.81	210.50	160.85	132.50	54.32	79.81	77.24	77.24	92.60	--	178.55
高雄縣	331.10	224.24	307.36	112.96	126.48	82.97	98.29	--	--	300.15	207.69	283.74
高雄市	278.39	220.30	200.40	196.24	160.73	96.76	127.52	149.26	187.00	210.36	302.55	277.46
屏東縣	136.35	212.91	102.25	190.00	75.26	85.09	37.60	75.80	75.80	199.82	177.50	240.65
東部地區												
宜蘭縣	70.84	63.40	58.93	83.21	84.77	67.40	61.48	56.86	56.66	49.69	62.76	51.17
花蓮縣	63.22	92.95	111.90	59.79	57.34	41.89	38.01	52.04	45.30	67.05	60.63	--
台東縣	60.50	155.50	110.52	56.50	--	64.00	--	--	--	--	--	166.64
澎湖縣	96.98	81.22	145.49	120.33	105.85	59.33	64.48	95.33	95.33	188.68	137.62	124.14
台灣省	278.39	134.70	158.31	153.40	140.11	108.07	108.45	100.19	104.69	135.49	136.80	161.35
台灣地區	246.80	147.67	179.93	159.79	154.29	120.07	132.87	119.52	129.23	146.37	167.19	182.81

資料來源：中華民國台灣地區環境保護統計月報，第 76-86 期，行政院環境保護署。

附表 5 民國 84 年台灣地區各縣市懸浮微粒之每月平均濃度

單位： $\mu\text{g}/\text{m}^3$

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
北部地區												
基隆市	47.50	47.16	83.18	75.86	59.82	60.19	49.75	37.72	47.10	50.32	53.14	56.86
台北縣	54.00	44.45	84.73	76.11	64.66	55.10	58.42	50.72	49.20	41.53	48.04	49.62
台北市	52.29	45.98	88.51	77.12	64.26	53.89	55.82	45.17	47.48	37.65	47.34	50.76
桃園縣	52.62	41.03	77.36	75.70	65.68	48.73	56.82	66.31	40.70	40.30	44.74	50.19
新竹縣	53.44	44.12	78.15	82.83	61.81	40.42	44.45	54.48	48.15	50.92	58.07	48.12
新竹市	66.34	56.04	70.34	59.00	49.55	46.72	38.69	45.16	37.60	37.81	53.57	54.97
中部地區												
苗栗縣	75.28	61.02	72.49	78.98	10.16	58.21	57.11	62.98	54.63	57.85	65.33	65.89
台中縣	72.88	59.02	89.78	86.52	71.73	46.54	48.29	55.59	66.76	66.15	83.75	70.50
台中市	71.61	56.80	83.26	80.23	79.60	52.60	53.10	64.97	68.89	57.04	88.86	69.83
彰化縣	94.47	79.55	96.05	88.98	87.87	59.77	55.88	63.09	69.60	68.03	95.97	81.42
南投縣	77.35	66.66	88.89	80.07	61.30	41.99	36.04	48.90	66.83	72.67	87.92	83.38
雲林縣	98.61	90.31	107.32	87.90	75.82	43.10	38.42	45.09	73.13	87.76	106.03	97.34
南部地區												
嘉義縣	83.56	68.03	84.52	76.33	62.37	41.38	39.06	44.87	63.64	83.14	82.37	80.68
嘉義市	88.66	84.52	87.47	60.73	46.71	28.83	24.01	33.90	50.18	59.35	70.16	116.48
台南縣	93.41	83.43	100.70	76.37	56.23	30.32	25.83	36.26	59.54	84.88	103.50	95.97
台南市	106.93	103.85	119.74	95.24	81.95	51.43	44.73	57.33	80.16	104.25	109.14	107.04
高雄縣	135.75	131.47	127.54	95.01	72.68	42.71	36.37	57.21	77.89	138.63	151.41	137.64
高雄市	109.41	102.99	101.23	77.55	62.92	40.52	37.82	52.14	65.88	107.99	115.58	132.74
屏東縣	137.78	134.08	119.46	103.40	70.66	42.56	40.29	57.52	80.38	147.52	155.81	110.86
東部地區												
宜蘭縣	42.15	37.39	62.36	58.41	46.27	46.11	43.91	32.69	33.35	34.98	38.67	41.46
花蓮縣	49.33	50.17	62.11	54.14	43.09	34.91	26.92	26.14	29.93	32.83	40.30	45.93
台東縣	33.40	27.38	37.62	38.67	36.60	38.09	31.46	28.79	35.58	36.03	41.36	40.87
澎湖縣	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
台灣省	79.96	71.68	92.10	79.43	66.16	46.98	45.58	51.50	59.14	71.59	82.83	77.09
台灣地區	80.64	72.70	92.60	79.02	65.68	46.89	45.81	50.89	58.69	71.82	82.58	78.12

資料來源：中華民國台灣地區環境保護統計月報，第 76-86 期，行政院環境保護署。

附表 6 民國 84 年台灣地區各縣市二氧化氮之每月平均濃度

單位：ppm

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
北部地區												
基隆市	0.029	0.028	0.036	0.033	0.030	0.028	0.024	0.016	0.023	0.020	0.026	0.025
台北縣	0.030	0.030	0.035	0.034	0.031	0.025	0.024	0.022	0.024	0.020	0.024	0.020
台北市	0.034	0.037	0.042	0.039	0.035	0.029	0.029	0.023	0.028	0.025	0.030	0.027
桃園縣	0.026	0.022	0.024	0.025	0.026	0.020	0.022	0.022	0.020	0.021	0.020	0.017
新竹縣	0.021	0.020	0.025	0.025	0.023	0.015	0.016	0.017	0.016	0.013	0.018	0.014
新竹市	0.024	0.026	0.027	0.024	0.025	0.016	0.019	0.019	0.021	0.019	0.026	0.023
中部地區												
苗栗縣	0.028	0.027	0.029	0.026	0.024	0.017	0.017	0.019	0.022	0.023	0.027	0.025
台中縣	0.024	0.024	0.033	0.028	0.028	0.015	0.016	0.018	0.022	0.024	0.028	0.026
台中市	0.031	0.027	0.033	0.029	0.029	0.019	0.019	0.023	0.023	0.022	0.028	0.025
彰化縣	0.030	0.028	0.030	0.025	0.024	0.015	0.014	0.016	0.022	0.024	0.029	0.026
南投縣	0.032	0.031	0.033	0.028	0.027	0.015	0.013	0.016	0.021	0.026	0.030	0.029
雲林縣	0.022	0.021	0.023	0.019	0.019	0.011	0.010	0.011	0.015	0.019	0.023	0.023
南部地區												
嘉義縣	0.024	0.022	0.023	0.018	0.018	0.010	0.011	0.012	0.014	0.019	0.022	0.022
嘉義市	0.041	0.038	0.040	0.032	--	0.017	--	0.021	0.024	0.031	0.036	0.038
台南縣	0.025	0.026	0.025	0.018	0.016	0.010	0.009	0.011	0.015	0.020	0.025	0.026
台南市	0.030	0.029	0.029	0.022	0.020	0.013	0.013	0.015	0.018	0.024	0.028	0.029
高雄縣	0.035	0.036	0.034	0.024	0.020	0.012	0.013	0.015	0.019	0.027	0.032	0.038
高雄市	0.039	0.038	0.037	0.026	0.024	0.015	0.018	0.021	0.023	0.031	0.040	0.044
屏東縣	0.033	0.032	0.033	0.024	0.020	0.015	0.014	0.018	0.019	0.026	0.030	0.023
東部地區			--									
宜蘭縣	0.021	0.020	0.022	0.017	0.017	0.015	0.012	0.011	0.012	0.012	--	0.017
花蓮縣	0.020	0.023	0.021	0.017	0.017	0.014	0.009	0.009	0.012	0.014	0.017	0.018
台東縣	0.011	0.011	0.011	0.010	0.010	0.009	0.007	0.007	0.007	0.007	0.009	0.009
澎湖縣	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
台灣省	0.028	0.027	0.030	0.025	0.024	0.017	0.016	0.017	0.019	0.021	0.025	0.024
台灣地區	0.029	0.029	0.031	0.027	0.025	0.017	0.018	0.018	0.020	0.023	0.027	0.027

資料來源：中華民國台灣地區環境保護統計月報，第 76-86 期，行政院環境保護署。

附表 7 民國 84 年台灣地區各縣市臭氧之每月平均濃度

單位：ppm

地區	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
北部地區												
基隆市	0.040	0.042	0.037	0.048	0.051	0.047	0.052	0.034	0.055	0.039	0.040	0.041
台北縣	0.041	0.038	0.044	0.054	0.059	0.047	0.063	0.056	0.053	0.041	0.040	0.040
台北市	0.040	0.035	0.039	0.057	0.054	0.045	0.061	0.050	0.052	0.035	0.035	0.034
桃園縣	0.041	0.043	0.042	0.052	0.053	0.043	0.055	0.062	0.049	0.048	0.043	0.045
新竹縣	0.047	0.042	0.042	0.048	0.046	0.045	0.052	0.061	0.054	0.051	0.045	0.043
新竹市	0.037	0.038	0.039	0.045	0.029	0.020	0.027	0.063	0.057	0.051	0.042	0.031
中部地區												
苗栗縣	0.041	0.039	0.041	0.052	0.049	0.047	0.057	0.056	0.057	0.050	0.045	0.041
台中縣	0.046	0.042	0.045	0.055	0.055	0.047	0.051	0.057	0.063	0.064	0.055	0.046
台中市	0.045	0.042	0.045	0.056	0.053	0.048	0.054	0.063	0.069	0.069	0.059	0.049
彰化縣	0.032	0.051	0.050	0.052	0.046	0.040	0.043	0.048	0.057	0.054	0.049	0.044
南投縣	0.061	0.050	0.052	0.066	0.068	0.057	0.059	0.075	0.090	0.097	0.079	0.069
雲林縣	0.050	0.048	0.049	0.054	0.053	0.047	0.046	0.052	0.064	0.069	0.061	0.052
南部地區												
嘉義縣	0.055	0.054	0.055	0.064	0.060	0.049	0.049	0.053	0.060	0.067	0.056	0.044
嘉義市	0.057	0.047	0.051	0.065	0.065	0.057	0.054	0.058	0.077	0.087	0.072	0.063
台南縣	0.057	0.047	0.054	0.068	0.056	0.048	0.051	0.054	0.074	0.081	0.065	0.059
台南市	0.053	0.045	0.046	0.059	0.053	0.038	0.034	0.046	0.061	0.076	0.063	0.056
高雄縣	0.061	0.058	0.055	0.067	0.061	0.044	0.047	0.058	0.070	0.094	0.083	0.078
高雄市	0.062	0.050	0.048	0.059	0.056	0.038	0.039	0.053	0.066	0.095	0.086	0.082
屏東縣	0.077	0.070	0.066	0.078	0.070	0.052	0.049	0.059	0.074	0.094	0.082	0.068
東部地區												
宜蘭縣	0.038	0.046	0.045	0.048	0.048	0.050	0.041	0.026	0.041	0.038	0.041	0.038
花蓮縣	0.032	0.032	0.037	0.034	0.034	0.038	0.024	0.017	0.028	0.033	0.034	0.036
台東縣	0.037	0.037	0.041	0.038	0.035	0.032	0.025	0.015	0.027	0.033	0.037	0.040
澎湖縣	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
台灣省	0.048	0.046	0.047	0.057	0.055	0.045	0.050	0.054	0.060	0.062	0.055	0.051
台灣地區	0.048	0.045	0.047	0.057	0.055	0.045	0.050	0.053	0.060	0.063	0.056	0.051

資料來源：中華民國台灣地區環境保護統計月報，第 76-86 期，行政院環境保護署。