

國科會/環保署科技研究研究計畫成果報告

可交易排放量之總量管制之研究-許可交易方案之空氣品質風險分析

Emissions trading based bubble policy-ambient air quality risk analysis for various emissions trading programs

計畫編號：NSC 89-EPA -z-009 -003

執行期限：88 年 07 月 01 日至 89 年 12 月 31 日

主持人：高正忠 國立交通大學環境工程研究所

共同主持人：白曠綾 國立交通大學環境工程研究所

計畫參與人員：郭政輝 國立交通大學環境工程研究所

一、中文摘要

排放許可交易為一個具經濟誘因的污染防治制度，因應國內研議可交易空氣污染排放許可制度(ETP)之決策分析需求，本研究分析可交易許可排放量之總量管制策略在國內施行的可能成本效益及空氣品質風險，以供進行相關決策時參考。排放許可交易制度在國外行之有年，對空氣污染排放減量有顯著的效益。加上其以市場誘因引導污染減量，有助於達成兼顧經濟和環境保護的目標。本研究收集國外實施可交易排放許可的制度與經驗，進而探討及分析 ETP 的可能交易模式，並以數值模式推估其可能成本效益與空氣品質風險。本研究建立一套評估 ETP 的成本效益及空氣品質風險程序，供決策單位擬定排放許可交易制度時參考，以期改善決策分析工作，建立及執行適當的排放許可交易制度。

關鍵詞：排放許可、總量管制、風險

Abstract

Various air pollution control policies and bubble strategies were implemented and planned in recent years. To support the decision-making analysis for an appropriate domestic emissions trading program (ETP), this study analyzed and assessed the ambient air quality risk and potential benefit of a ETP in this country. Emissions trading is a market-incentive pollution reduction

approach that has been adopted by several foreign countries. A proper ETP is expected to resolve the conflict between the economic development and environmental protection and to increase pollution dischargers' incentive to adopt efficient pollution control technologies and therefore effectively achieve the pollution reduction goal. This study collected information for various ETPs and associated experiences. Possible trading strategies and behaviors were explored and compared. A systematic procedure with development of mathematical and optimization models was proposed for assessment of potential benefit, effectiveness, and ambient air quality risk of a ETP. The ETP decision-making analysis is expected to be improved based on the proposed procedure, and hopefully an appropriate ETP can be designed and implemented.

Keywords: ETP, Bubble, Risk

二、緣由與目的

台灣地區工商業發展迅速，空氣污染源與量隨之增加，環境負荷亦逐年加重，環保署開始引進經濟誘因制度，並在最新空氣污染防治法(環保署，88 年)已容許可保留、抵換或交易排放許可的制度。雖然台灣尚無執行 Emission Trading Policy(ETP)之經驗，但此制度在其它國家已有執行經驗，如美國曾推動新設污染源、汽油含鉛量(USEPA,1982)、移動源(Goddard, 1997)、二氧化硫(Rico, 1995)、區域性(Fromm, et al,

1996), 氮氧化物(Anderson et al., 1983)等排放許可交易制度, 基於這些國外的經驗, 值得國內探討研擬適當的方法來推動 ETP。然而由於本土污染及其他特性之不同, 加上未曾有實施之經驗, 因而有必要探討 ETP 在國內執行可能造成之空氣品質風險, 以作為國內制定 ETP 之重要依據。

污染源一般有固定、移動、點、線、面等分類方式, 由於移動等污染源較難交易, 故本研究主要針對固定點污染源及有較多資料的 SO_x 污染, 輔以數值及模擬模式分析執行 ETP 之效益與風險。

本研究採用等去除率分配許可。至於交易行為主要依據成本函數及隨機方式來模擬, 前者以對污染源成本較低的方式來決定是否交易, 後者是因實際市場行為不見得完全依據成本因來進行, 故亦模擬隨機交易之可能影響。

篩選及評估 ETP 時, 效益與風險是決定是否執行某一 ETP 的重要依據(Johnson et al., 1996)。環境品質風險一般以法令標準為依據, 然而這意味著, 低於標準的排放增量不必負擔任何成本或造成風險, 但事實上, 增加污染量必然會對環境造成衝擊, 故效益與風險不能單以法令標準為主(McGarland and Oates, 1985), 故本研究亦以人口曝露及損害函數來評估風險, 並依據各種排放源之排放量、空氣及地理條件, 利用擴散模式 ISC(USEPA, 1995)來估計排放源對環境的貢獻量。並結合 ETP 交易行為模式模擬 ETP 交易後之可能效益及風險。

本研究採用桃竹苗空品區作為案例, 示範本研究所建立的程序與模式及評估其適用性, 藉由所建立的程序篩選出可交易的污染物, 接著以所建立之模式或程序決定排放基線及排放權分配, 並以模式模擬 ETP 的交易行為及在空氣品質及成本上效益及風險, 以了解 ETP 在台灣實施的可行性及適用性。本研究所建立的程序或模式, 雖然只以桃竹苗空品區來示範, 但相信亦可用於國內其它地區。

三、研究方法

本研究方法及工作項目主要有六項,

以下一一簡要說明之。

(一) 收集資料: 包括有空氣污染總量管制制度、ETPs、經濟誘因、交易方式與行為、相關數學/統計/優選模式、風險分析及案例區等國內外相關文獻、法令及污染防治規劃等相關資料。

(二) 建立一套程序篩選可交易之污染物或: 針對國內排放源的排放特性及執行 ETP 之必要性與可行性, 依據空氣品質現況趨勢、未來目標、排放量與分布及處理成本等因子篩選適合進行交易污染物。

(三) 整理及建立基準排放量排放許可的決定與分配方式: 參考國外已施行的分配方式, 進行探討基準排放量的分配。由於受限資料來源, 本研究最後是依大氣空氣品質模擬採等去除率進行分配, 以作為後續評估效益與風險的依據。

(四) 建立模式模擬 ETP 交易: 假設交易行為主要是受成本誘因所影響, 亦即以排放源間污染防治邊際成本(Marginal Cost, MC)(交易單位價格)的差異所產生的經濟誘因(Gersbach, and Glazer, 1999), 來決定買進與賣出, 然而, 實際市場交易行為不見得完全依成本誘因來決定, 故亦輔以隨機方式模擬交易行為, 唯因模擬所需時間很長, 故只能進行少數隨機測試供參考。

(五) 建立模式模擬及分析 ETP 之成本效益及空氣品質風險: 成本的部分以交易後污染量及總成本來分析其效益, 空氣品質風險除了法定標準外, 亦結合曝露損害函數來定義。以 ISC 模擬交易後之空氣品質變化, 再依據結果及上述定義評估風險。

(六) 案例研討: 以桃竹苗空品區為案例區, 建立分析程序及模式, 針對案例區模擬 ETP 的實施效益及風險, 示範應用所建立之程序。由於案例區有三大污染源, 佔去總污染量大部分污染量, 會形成獨占性市場, 故另以三種(共四種)不同情況(案例)模擬 ETP 制度的影響:(1) 五大行業交易模擬, 為案例區原始案例;(2) 同案例 1, 但只考量參與交易的排放源, 忽略其他不參與交易的小排放源;(3) 刪除前三大排放源, 並將其排放量分配給參與交易的排放源, 模擬非獨占交易市場之風險變化;(4) 除了刪除前三大, 且忽略其他不參與交易的小排

放源，並將刪除的排放量分配給參與交易的排放源。

四、結果與討論

表 1 為案例區交易模擬之次數及節省之成本。圖 1 及圖 2 為案例 1 在交易後不合格率及風險之變化圖，圖 3 及圖 4 為案例 4 在交易後不合格率及曝露風險變化圖。

當交易市場中可交易許可量越多時，則達成交易的次數越多，交易後節省的成本亦越多，模擬結果約可節省 2.4-4.5 億元。

由模擬結果來看，執行 ETP 的成本效益顯著，唯因本研究所取得的成本資料不足，故所建立的成本函數及所得結果不見得符合現況。其他討論請參見最後一節。

五、對空氣污染防治之重要成效

以下簡要說明本研究主要成果、結論與建議，期望這些成果能對推動 ETP 制度能有所幫助。

主要成果

(一)建立一套系統化程序供篩選可交易污染物。主要考量污染現況與減量壓力、排放源分佈、交易誘因等。所建立的程序可供擬執行交易許可制度的地區評估所擬容許交易的污染物是否適合作為交易的標的。適當的篩選可交易的項目，才不致浪費行政資源於建立不易成功的交易市場。

(二)整理或提供一些方式供決定基準排放量/可交易許可。此部分整理了一些國內外文獻供參考，唯因資料不足及一些策略不易模擬(如拍賣等)，故只分析等去除率的分配方式，但相信所整理的資料仍可作為實際推動交易制度時之重要參考。

(三)建立模式供模擬 ETP 之交易行為。除了考量邊際成本之外，亦可依使用者設定的條件(含隨機)進行交易，在執行交易制度前，先針對可能的情形進行交易模擬有助於了解交易的情形及變動，進而了解可能的影響/效益/風險及可能遭遇的問題。

(四)建立一個整合模式以供分析 ETP 之成本效益及空氣品質風險，並提供一些效益與風險之定義方式。本研究結合成本函數

及 ISC3 模式建立一個模式分析 ETP 交易制度可能的成本效益及空氣品質風險，在執行 ETP 制度前先了解其效益及風險，能改善相關決策品質。

(五)提供案例示範所建立的程序或模式，以利於了解及應用本研究成果。本研究針對桃竹苗空品區，收集資料及建立模式，雖然最後因資料不足，無法得到適當的成本函數，但仍依所建立的合理函數進行模擬，發現執行 ETP 雖然可能會提高空氣品質及曝露風險，但並不如想像中高，且這些風險可採用抵換(offset)制度來改善之。然而 ETP 制度的成本效益及彈性，頗值得環保當局採用實行之。

主要結論

(一)若有特大污染源，可能形成獨占性市場，若這些大污染源能提高處理效率，則由於污染量經交易後重新分配至其他污染源，則由於污染量差異較小及分佈較廣，故大氣涵容能力的利用情形會較好，空氣品質風險會因而較低，但若污染量交易至人口密度較高的區域，則曝露的風險會升高，有必要對由低人口區交易至高密度區的交易加一些限制(如抵換 offset 制度)。

(二)當無特大污染源，則由於污染量不見得以涵容能力最佳利用情形下交易，可能因污染集中導致空氣品質風險提高，亦可採用抵換制度降低空氣品質風險。

(三)未納入交易的小污染源，雖然量不大，但因數目多，故對空氣品質仍有一定的影響。且在空氣品質模式模擬時的受體點必須適當的選取，以避免局部效應太大，影響 ETP 交易結果之評析，本研究受體點離污染源至少在煙囪高度十倍以上距離。

(四)由模擬結果來看，執行 ETP 的成本效益顯著，唯成本資料不足，故所建立的成本函數及所得結果不見得符合現況。

(五)由模擬結果發現，每次交易都由 MC 差最大的一對交易，不見得成本效益最高，在隨機配對下，成本效益有時反而較高。

(六)可交易許可是一個具經濟誘因的制度，值得推動，雖然空氣品質風險有時會提高，但比想像中低，加上可結合抵換等制度來降低風險，故應是一個值得推行的政策。唯如同其他法令一樣，如何確保污染源誠實申報及處理，仍是執行此制度的

重要關鍵，否則違法較多時，就不易形成誘因進行交易。

主要後續研究建議

(一)所建立模式及程序，可進一步評估是否適用於其它空品區或全台灣。

(二)本研究只針對 SO_x 模擬，可進一步模擬其它污染物或多污染物的交易並分析其效益及空氣品質風險。

(三)可比較以不同的基準排放量/許可分配方式(如拍賣)之效益及風險，唯拍賣等行為較難以模擬。

(四)若空氣品質風險可能在交易提高，則可以抵換率來限制，抵換率可以距離、煙囪高度、減量需求、傳輸係數等因子來決定。

(五)可配合不同許可的使用方式(如保留、淨值、排放平均等)分析，唯此部分涉及各公司之污染防治策略，較難模擬。

(六)因所得之成本資料代表性不佳，若能建立較完整且具代表性的成本函數資料，較易得到更合理的模擬結果及成本效益。

(七)因空氣污染隨著氣象條件而傳送，故空品區並不是一個封閉的系統，故亦應考量其他鄰近空品區的影響，甚至一些跨區域的影響(如之前大陸的沙塵暴)。

六、參考文獻

- [1] USEPA, 1992. The United States experience with economic incentives to control environmental pollution. EPA/230/R-92/001.
- [2] USEPA, 1995. User's guide for the industrial source complex (ISC3) dispersion models. EPA/454/B-95/003a.
- [3] Fromm, O., and Hansjurgens, B., 1996. Emission trading in theory and practice: an analysis of RECLAIM in Southern California. Environment and Planning C: Government and Policy 14, 367-384.
- [4] Goddard, H.C., 1997. Using tradeable permits to achieve sustainability in the world's large cities. Environmental and Resource Economics 10, 63-99.
- [5] Johnson, S. L., Pekelney, D. M., 1996. Economic assessment of the regional clean air incentives market: a new emissions trading program for Los Angeles. Land Economics 72, 277-297.

[6] McGartland, A.M., Oate, W.E., 1985. Marketable permits for the prevention of environment deterioration. Journal of Environmental Economics and Management 12, 207-228.

[7] Seskin, E.P., Anderson, R.J., Reid, R.O., 1983. An empirical analysis of economic strategies for controlling air pollution. Journal of Environmental Economics and Management 10, 112-124.

七、附表與附圖

表 1 交易模擬之可交易許可總量、交易次數及節省之防治成本

	可交易許可總量(噸)	模擬交易次數		節省成本(萬元)	
		MC 差值	隨機	MC 差值	隨機
案例 1	16,261	8,300	12,178	27,564	26,614
案例 2	21,877	9,902	12,389	29,036	24,133
案例 3	16,261	8,734	16,004	31,450	32,049
案例 4	31,668	13,987	25,377	44,488	45,818

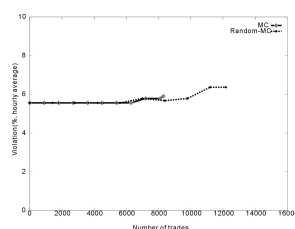


圖 1 案例 1 在交易後之空氣品質不合格率變化

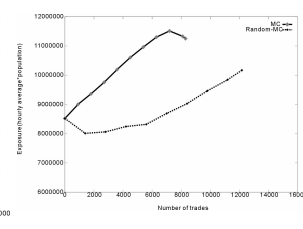


圖 2 案例 1 在交易後之曝露風險變化

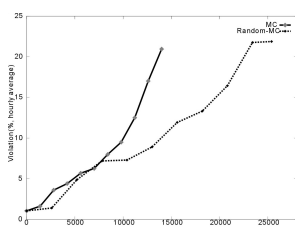


圖 3 案例 4 在交易後之空氣品質不合格率變化

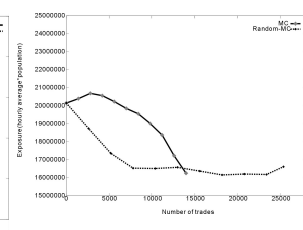


圖 4 案例 4 在交易後之曝露風險變化