

台灣地區空氣污染總量管制策略之研究(台北市部分)

鄭師中 曾鴻陽

中國文化大學氣象學系

摘要

為減輕台北市之空氣污染，對於 TSP, SO₂, NO_x, CO, 和 HC 等污染物之控制是屬必要。本研究的基本觀念是如何控制污染物之總量，而其目的旨在掌握各種污染物之總排放量，預估必須削減之總量，而提出策略以達成必要的削減，經由總量的控制達成維護環境空氣品質的目的。

本研究顯示，Rollback model 及 Matrix rollback model 欲使台北市 NO_x 含量降至年平均 45 ppb 之標準，則必須分別削減總量 (14,270 噸 / 年) 的 78% (11,131 噸 / 年) 或 26.9% (3839 噸 / 年)；若要減至 20 ppb 之標準，則須分別削減總量之 90% 及 59.27%。在現行管制策略下，北市的空氣品質僅靠排放標準管制、燃料替代、流量管制和管理，將無法達到空氣品質標準，因此，必須儘速配合規劃建立地下鐵大眾運輸系統及其他策略之實施，始能符合未來的空氣品質標準。

一、前言

空氣之組成在大氣下層有其一定之成分與比例，當空氣中加入某種物質使其物理或化學特性改變，此種變量能被儀器或人類感覺而得知者謂之空氣污染。造成空氣污染的物質叫空氣污染物。民國七十一年五月行政院環境保護署所公布的「空氣污染防治法」對於空氣污染物之定義為「空氣中足以直接或間接妨害公眾健康之物質，或足以引起公眾厭惡之惡臭物質」。對於排放標準之定義為「排放廢棄所容許混有各種空氣污染物之最高濃度或總量」。在民國七十二年五月修正發布之「空氣污染防治法施行細則」將空氣污染物之種類分為氣狀污染物、粒狀污染物、二次污染物及惡臭物質四大類。由此可見空氣污染除了人為因素外也有些來自於自然現象者。空氣污染物之分類除以上所述外，以其所有之相 (phase) 來分類可分為固相 (solid)、液相 (liquid) 及氣相 (gas) 三種。若以生成先後可分為原發性污染物 (primary pollutant) 及衍生性污染物 (secondary pollutant) 二類，其中原

發性污染物以粒狀污染物及氣狀污染物為主，衍生性污染物則以二次污染或光化作用為主，常伴有惡臭。

空氣污染是工業化與都市化 (industrialization and urbanization) 的必然過程，通常是都市效應 (urban effect) 的結果，也是環境污染 (ecological pollution) 中重要的一環。空氣污染的影響諸如降低視程、物料之損壞、植物之生理循環、人體健康等，尤以都市地區因人口集中，活動頻繁，所造成之危害尤烈。世界各主要都市及機構如 WHO, WMO 等莫不詳加研究探討防治方法；基本之空氣污染管制策略 (air pollution control strategy)、空氣品質管理策略 (air quality management strategies)、空氣污染物排放標準 (air pollutant emission standard)、空氣污染物排放稅 (air pollutant emission tax) 及成本效益策略 (cost benefit strategies) 等，本文擬就台灣地區空氣污染物總量管制作一探討，並以台北市為先期研究。

台北市係屬盆地地形，加上人口密度及機動車輛的增加（人口密度約為每平方公里 1 萬人，機動車輛登記數約為一百萬輛）等人文條件之影響，若在惡劣氣象條件的配合下，則極易形成嚴重之空氣污染事件。根據研究分析指出，台北市之污染源主要為汽機車、工廠和家庭，其中汽機車排氣可能為都市污染源之主要原因。

為減輕台北市之空氣污染，對於總懸浮微粒、二氧化硫、氮氧化物、碳氧化物及碳氫化合物（TSP, SO₂, NO_x, CO, 和 HC）等污染物之控制是屬必要。本研究的基本觀念是如何控制污染物之總量，而其研究目的旨在掌握各種污染物之總排放量，預估必須削減之總量，而提出策略以達成必要的削減，經由總量之控制達成維護環境空氣品質的目的。

二、資料來源

(一) 固定性污染源

本項資料主要來自行政院環境保護署、台北市環境保護局和問卷調查。

(二) 移動性污染源

本項資料取自台北市府工務局新建工程處編印之「台北市流量及交通特性調查」的機動車流量。

(三) 氣象資料

採用中央氣象局台北測站 1984 ~ 1986 之資料（其要素包括風向、風速和雲量等）。

三、研究方法

(一) 基本資料分析：以粗略估計法（gross estimation method）藉現有資料推估空氣污染物之排放量。以年平均為估計基礎之空氣污染物排放量估算方法如下：

1. 固定污染源：篩選由實地調查 115 點污染源所得排放空氣污染之工廠，項目包括：工廠地點、煙囪高度、煙囪口徑、燃料類別、燃料消耗率、排氣量等。由以上資料，經燃燒計算及排放因子轉換，即可計算出各主要污染物之排放量。

2. 移動性污染源：

移動性污染源主要來自汽車與機車，選擇台北市 34 條主要道路之流量，以每 500 公尺為一網格，分析 343 個點污染源，調查項目包括：車輛之數量種類、燃料使用之種類、使用量（排放因子）、車輛流量等。由以上資料經排放因子轉換計算，即可獲得各重要路段各種車輛主要污染物之排放量。

3. 聯合頻率（joint frequency function）分析：將長時間之逐時氣象資料，計算風向（K）、風速（l）和穩定度（m）之各種組合（共有 16 × 6 × 6 種組合）之發生頻率，以為模式輸入之基本資料。

(二) TCM（Texas Climatological Model）：模擬計算各接受點上之年、季污染濃度之平均值。TCM 係由高斯擴散方程式推演而來。高斯擴散方程式如下：

$$X(x, y, z, H) = \frac{Q}{2\pi\sigma_y\sigma_z u} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{y}{\sigma_y}\right)^2\right] \left[\exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{z-H}{\sigma_z}\right)^2\right) + \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{z+H}{\sigma_z}\right)^2\right)\right]$$

式中 X：為濃度（μg/m³）

Q：為污染強度（g/sec）

u：為（m/K）

σ_y, σ_z：為為 y 及 z 方向的擴散係數（m）

H：為污染源有效高度

(三) 總量削減模式：就模式模擬結果超過國家標準之空氣污染物，分別以反推模式（roll back model）和矩陣反推模式（matrix roll back model）進行總量削減，以決定適當的削減值。

1. 反推模式：

本模式為一種最簡單之模式，為一典型之經驗式，用以描述空氣品質濃度與污染物排放量成長之關係，應用於空氣品質管制區，以計算如何減低排放量以使該管制區符合環境濃度目標值。

模式中係假設任何一點之污染物濃度與總排

放量呈線性關係，則其排放量削減率為：

$$R = \frac{C_{MAX} - C_{OBJ}}{C_{MAX} - B} \times 100\%$$

R：排放量削減比率

C_{MAX} ：實測濃度或模擬濃度最大值

C_{OBJ} ：環境濃度目標值

B：背景濃度

此種模式簡單、易瞭解且僅須少量之輸入資料，可用來使用為空氣品質之管理。惟本模式係針對空氣管制區中最高濃度值，配合環境濃度目標值加以削減，無論超過環境濃度目標值與否，均以最高之削減比率做齊頭式之總量削減，因此本模式雖非常有效，但很不經濟。

2. 矩陣反推模式

本削減模式係參考上述模式，配合模式模擬之結果，針對各種不同之標準所發展出來之模式，其公式如下：

$$\text{削減比率}(\%) = \frac{\sum[(C_{ij} - C_{STND}) \times A_{ij}]}{\sum(C_{ij} \times A_{ij})} \times 100\%$$

$$\text{削減總量(噸/年)} = \frac{\sum[(C'_{ij} - C_{STND}) \times A_{ij}]}{\sum(C_{ij} \times A_{ij})} \times E_T$$

C_{ij} ：網格 i, j 之濃度。

C'_{ij} ：網格 i, j 超過標準之濃度。

C_{STND} ：各種空氣品質標準。

A_{ij} ：網格 i, j 之面積（平方公里）

E_T ：管制區空氣污染物之總量（噸/年）

以民國75年台北市主要污染物總量，車輛成及模式模擬為基礎，配合燃料管制策略，排放標準管制和空氣品質管制，預估台北市未來的空氣污染濃度，探討現行空氣品質之改善策略。

四、研究結果

(一) 各主要空氣污染物總量

將各工廠所使用之燃料及各主要道路各種車輛之流量，經排放因子之轉換計算後結果如表4-1所示。由表可見台北市空氣污染物中約有

表4-1 台北市主要空氣污染物總排放量表

| 排放量 \ 污染物種類 | 懸浮微粒 TSP | 二氧化硫 SO ₂ | 氮氧化物 NO _x | 一氧化碳 CO | 碳氫化合物 HC |
|-----------------------|----------------|-------------------------|-------------------------|------------------|-----------------|
| 固定污染源排放量 噸/年 % | 1,329 43.4% | 1,815 66.6% | 776 5.4% | 672 0.5% | 494 1.6% |
| 移動性污染源排放量 噸/年 % | 1,730 56.6% | 911 33.4% | 13,494 94.6% | 139,275 99.5% | 30,394 98.4% |
| 總排放量 噸/年 % | 3,059 100% | 2,726 100% | 14,270 100% | 139,947 100% | 30,888 100% |

56.6%之粒狀物質、33.4%之二氧化硫、99.5%之一氧化碳、98.4%之碳氫化合物、94.6%之氮氧化物來自移動性污染源，為造成污染之主要來源。

(二) TCM對各主要污染物之模擬及分析

將115個固定污染源（即工廠）及343個移動性污染源（即車輛）之主要污染物排放率和其他煙肉資料，配合氣象資料，利用大氣擴散模式模擬各主要污染物在台北地區擴散之濃度分布。

1. 粒狀污染物之年平均濃度分布

空氣品質模擬（如圖4-1）顯示，粒狀污染物之年平均濃度，其最大值為50.7191 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ （7.5, 7.5），即在忠孝東路及新生南路口附近（亦即公賣局第二啤酒廠附近），其次49.5ppb（7.0, 8.0）位於長安東路和八德路附近（亦即公賣局建國啤酒廠附近），其他如台北車站附近、西門附近、中山北路和南京東路口、忠孝東路和復興南路口，仁愛路和復興南路口、忠孝東路和建國南路口，以及仁愛路建國南路口等，其平均亦在40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上。以上地點所涵蓋之範圍為粒狀污染物較高之地區，惟尚未超過國家空氣品質標準。

2 二氧化硫之年平均濃度分布

空氣品質模擬(如圖4-2)顯示,二氧化硫之年平均濃度,其最大值為16.1841ppb(4.5, 8.2),即在台北車站至西門附近。其他由台北車站及西門附近,向東綿延至東區呈帶狀之地區,其年平均濃度均在10ppb以上。惟以上地區之年平均濃度均未超過國家品質標準。

3 氮氧化物之年平均濃度分布

空氣品質模擬(如圖4-3)顯示,台北市氮氧化物之年平均濃度,其最大值為203.798(4.5, 8.0),即在台北車站至西門附近,其次為中山北路和南京東路口,忠孝東路和新生南路口,以及仁愛路和新生南路,其值均在150 ppb以上。其他如民權西路承德路口,民權西路中山北路口、民權東路松江路口、民生東路松江路口、南京東路松江路口、仁愛路新生南路口、信義路新生南路口、和平東路新生南路口、南京東路建國北路口、忠孝東路建國北路口、仁愛路建國南路口、忠孝東路敦化北路口、忠孝東路敦化南路口、忠孝東路光復北路口和仁愛路光復南路口,其值均在100ppb以上,濃度圖顯示台北市三分之一的地區,其氮氧化物之年平均濃度超過50 ppb。

4 氮氧化物之季平均濃度分布

就季節言,空氣品質模擬顯示,冬季(圖4-4時),台北市氮氧化物之平均濃度,其最大值為242.250ppb(4.5, 8.0),其位置與全年空氣品質模擬相若,亦位於台北車站至西門附近,但濃度則增加38.272 ppb。春季(圖4-5)時,其平均濃度最大值為211.08ppb(4.5, 8.0),發生位置亦與全年者相若,然濃度亦增加7.282 ppb。夏季(圖4-6)時,其平均濃度最大值為205.969ppb(5.0, 8.5),發生位置則稍向東北移至台北車站附近,濃度僅增加2.171ppb。而秋季(圖4-7)時,

其平均濃度最大值為197.623ppb(4.5, 8.0),發生位置又與全年者相若,然濃度值則減少6.175 ppb。

5. 固定及移動性污染源之年平均濃度分布

若就固定污染源及移動性污染源加以模擬,則由二者之濃度分布圖(圖4-8和圖4-9)分別顯示,後者之年平均濃度最大值為198.436ppb(4.5, 8.0),其發生位置仍在台北車站至西門附近,僅較全年之平均濃度減少5.326 ppb。而前者,其年平均最大值為62.9321ppb(14.0, 9.0),發生位置約在南港台肥廠附近,惟目前該廠已遷移。

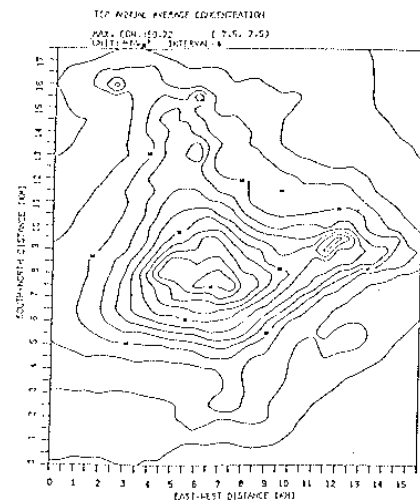


圖4-1 台北市粒狀污染物年平均濃度圖

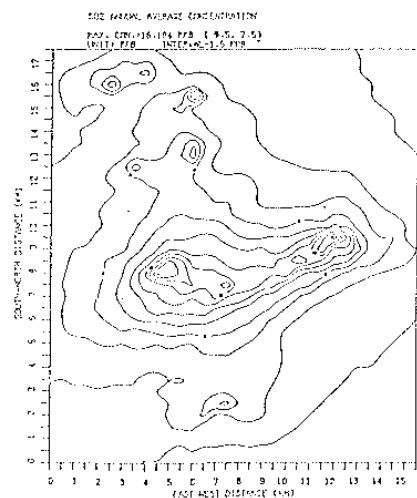


圖4-2 台北市二氧化硫年平均濃度圖

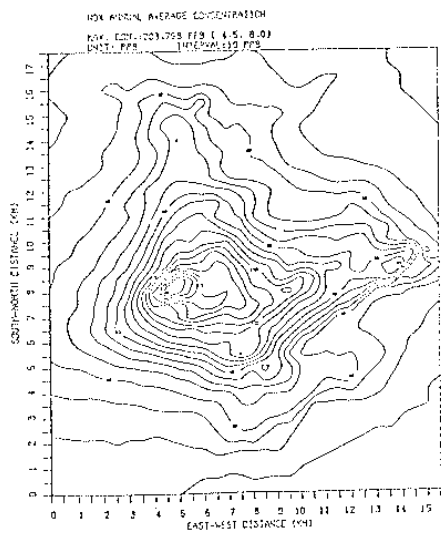


圖 4-3 台北市氮氧化物年平均濃度圖

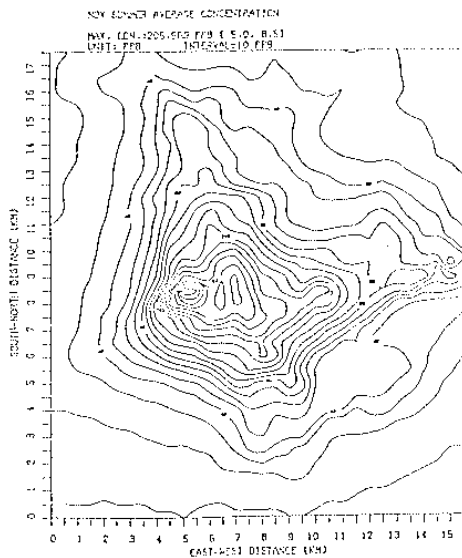


圖 4-6 台北市夏季氮氧化物夏季平均濃度圖

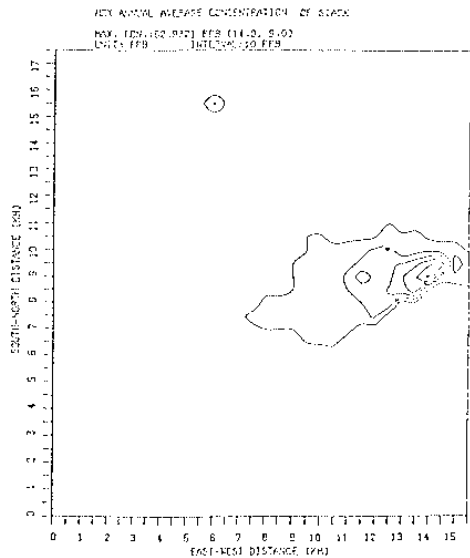


圖 4-8 台北市固定污染源年平均濃度圖

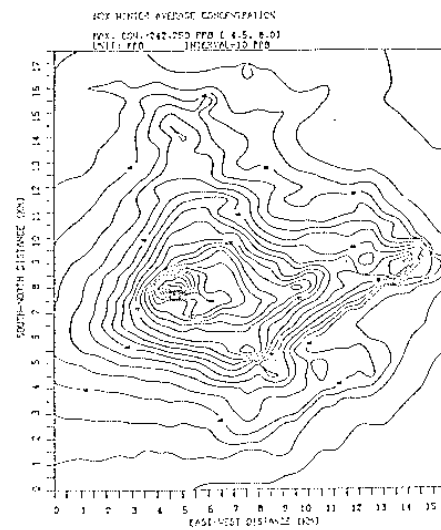


圖 4-4 台北市氮氧化物冬季平均濃度圖

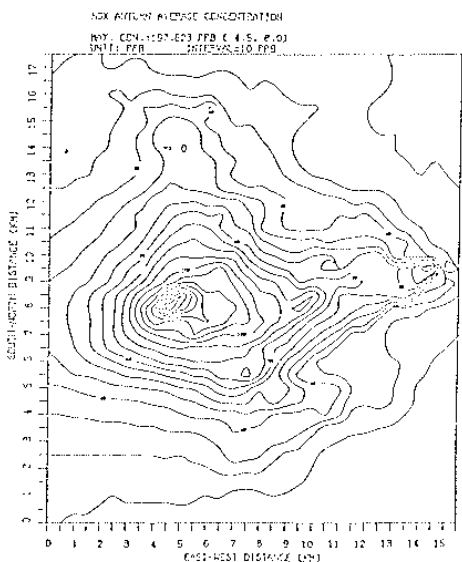


圖 4-7 台北市氮氧化物秋季平均濃度圖

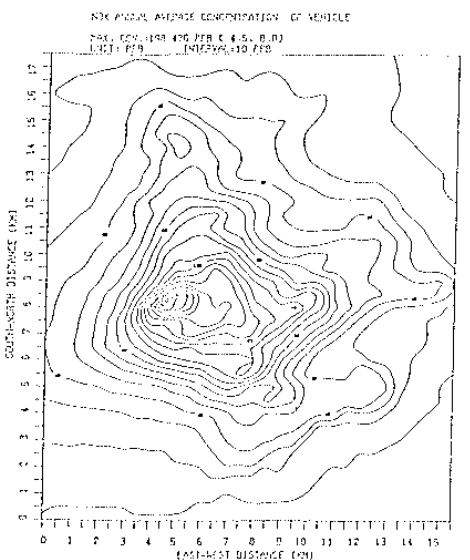


圖 4-9 台北市移動污染源年平均濃度圖

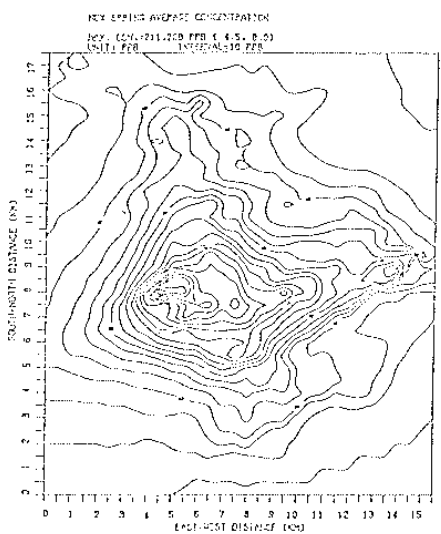


圖 4-5 台北市氮氧化物春季平均濃度圖

③總量削減策略——NO_x為例

由T C M對主要空氣污染物模擬之結果顯示，就年平均濃度言，粒狀污染物和二氧化硫均未超過國家環境空氣品質標準。然就模式模擬台北市氮氧化物擴散之濃度分佈顯示，其年平均濃度最大值達1975年日本大阪年平均濃度45 ppb之四倍，全市約有三分之一以上之地區超過45 ppb，其範圍幾涵蓋全市之精華區，影響空氣品質甚鉅，可見台北市空氣污染問題之嚴重性，必須加以有效管制。

本文以氮氧化物為例，以前述總量削減模式加以削減，以為決定適當削減比例之參考。

1.反推模式之總量削減

使用反推模式從事總量削減，其方法較為簡易，各種不同之削減比率及其相對之削減總量和影響範圍（高於45 ppb標準值）如下。

(1)削減10%

削減總量為1,427噸/年，其高於標準值範圍約65 km²，約佔全市面積24%，而其最高濃度183.4 ppb。（如圖4-10）

(2)削減30%

削減量為4,281噸/年，其高於標準值範圍約45 km²，約佔全市面積16.5%，而其最高濃度為142.7 ppb。（如圖4-11）

(3)削減50%

削減量為7,135噸/年，其高於標準值範圍約27 km²，約佔全市面積10%，而其最高濃度為101.9 ppb。（如圖4-12）

(4)削減70%

削減量為9,989噸/年，其高於標準值範圍約7 km²，約佔全市面積2.6%，而其最高濃度為61.1 ppb。（如圖4-13）

(5)削減78%

削減量為11,131噸/年，亦即台北市之氮氧化物總量由14,270噸/年，降為3,707噸/年，則可使全市之氮氧化物濃度均符合45 ppb之標準值。（如圖4-14）

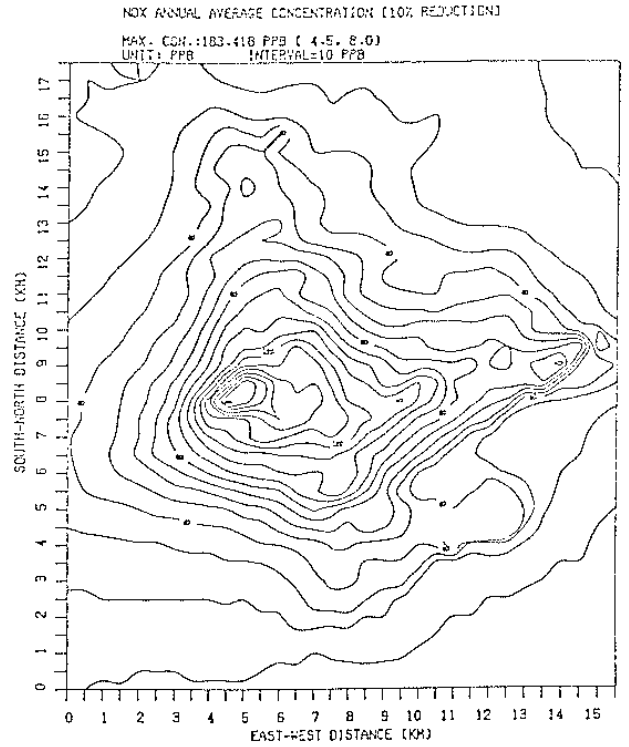


圖4-10 台北市空氣污染物(NO_x)總量削減10%之濃度分布圖

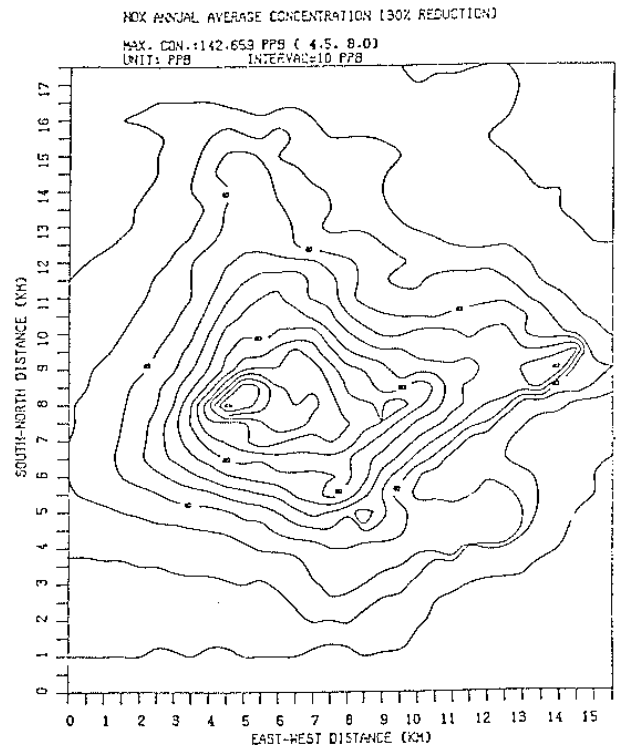


圖4-11 台北市空氣污染物(NO_x)總量削減30%之濃度分布圖

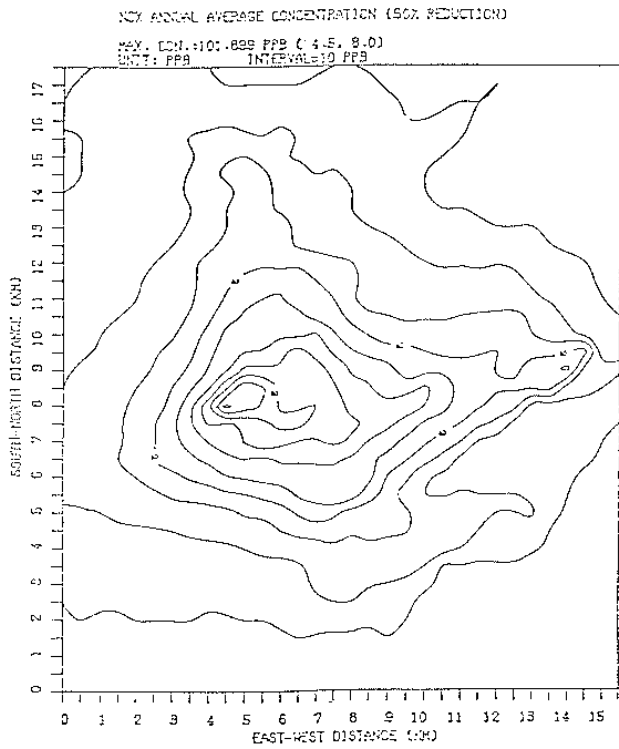


圖 4-12 台北市空氣污染物 (NO_x) 總量削減 50% 之濃度分布圖

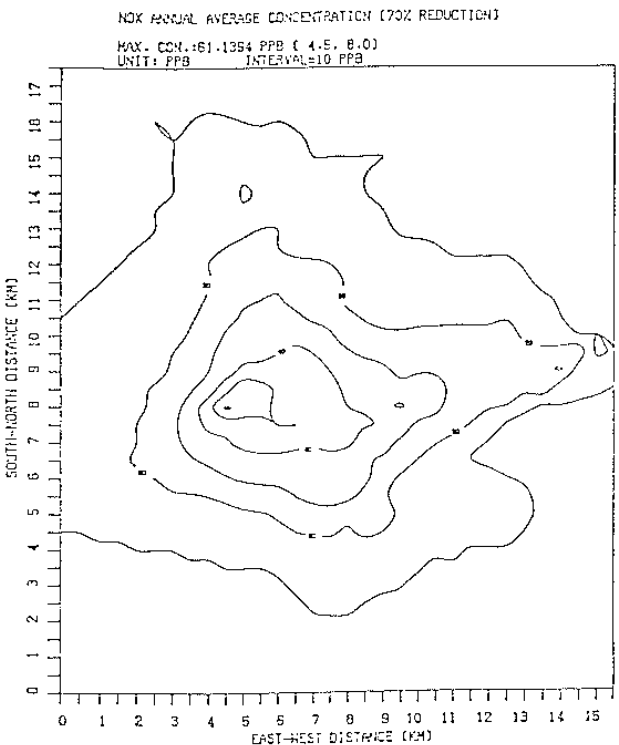


圖 4-13 台北市空氣污染物 (NO_x) 總量削減 70% 之濃度分布圖

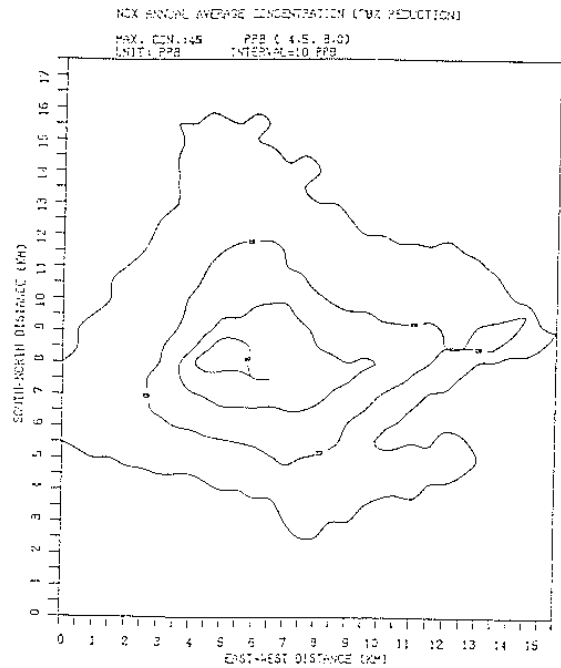


圖 4-14 台北市空氣污染物 (NO_x) 總量削減 80% 之濃度分布圖

2 矩陣反推模式之總量削減

使用矩陣反推模式之總量削減，其過程較為複雜，惟其乃針對超過標準之部分加以削減總量，故較為經濟。

茲將台北市氮氧化物模式模擬結果，利用本模式，分別以不同之空氣品質標準為基礎，對總排放量加以削減。

(1) 以 45 ppb 標準加以削減

全市氮氧化物之總量削減比率為 36.9%，削減總量約為 3,839 噸/年，超過標準之面積為 88.3 km²，佔全市總面積的 30.5%，可住地面積的 56.7%。

(2) 以 20 ppb * 標準加以削減

全市氮氧化物之總量削減比率為 59.2%，削減總量為 8,448 噸/年，超過標準之面積為 204.3 km²，佔全市總面積的 47%，可住地面積的 68%。

* 20 ppb 為東京的總量管制標準。

四 實施管制策略及未實施管制策略下對氮氧化物排放量之預估

由於台北市固定污染源已逐漸減少，因此對於未來濃度之預估係以移動污染源為主。以民國

75年台北市主要污染物數量、車輛成長(表4-2)，以及模式模擬及移動性污染源排放係數(表4-3)為基礎，配合燃料管制策略、排放標準管制策略和空氣品質管制策略，預估民國80年、85年、90年台北市氧化物排放量(表4-4)在實施及未實施管制策略下之變化，以探討現行空氣品質之改善策略。

1. 未實施管制策略

- (1) 民國80年氮氧化物總量為75年的 1.24 倍 (19,978 噸/年)。
- (2) 民國85年氮氧化物總量為75年的 1.50 倍 (21,405 噸/年)。
- (3) 民國90年氮氧化物總量為75年的 1.76 倍 (25,115 噸/年)。

2. 實施管制策略(表4-5)

- (1) 民國80年氮氧化物總量為75年的 0.88 倍。
 - (2) 民國85年氮氧化物總量為75年的 1.06 倍。
 - (3) 民國90年氮氧化物總量為75年的 0.78 倍。
- 綜合未實施管制和實施管制結果顯示，與目標值 45 ppb 均相距甚遠，有必要配合其他策略之應用予以改善。

表 4-2 台灣地區車輛成長預測表

單位：輛

| 年 份 | | 75 | 80 | 85 | 90 |
|------|---------|-----------|-----------|------------|------------|
| 台灣地區 | 總車輛數 | 7,194,202 | 9,082,536 | 10,719,492 | 11,837,642 |
| | 五年平均成長率 | | 1.26 | 1.49 | 1.65 |
| | 輕型車 | 1,046,660 | 1,629,349 | 2,526,019 | 3,590,946 |
| | 五年平均成長率 | | 1.56 | 2.40 | 3.43 |
| | 重型車 | 107,819 | 133,232 | 158,388 | 183,543 |
| | 五年平均成長率 | | 1.24 | 1.47 | 1.70 |
| 台北市 | 總車輛數 | 627,846 | 702,292 | 878,999 | 1,034,105 |
| | 五年平均成長率 | | 1.12 | 1.40 | 1.65 |
| | 輕型車 | 282,634 | 48,254 | 20,922 | 23,589 |
| | 五年平均成長率 | | 1.24 | 1.52 | 1.80 |
| | 重型車 | 14,094 | 18,254 | 20,922 | 23,589 |
| | 五年平均成長率 | | 1.30 | 1.48 | 1.67 |
| 高雄 | 總車輛數 | 625,259 | 853,105 | 1,088,202 | 1,321,300 |
| | 五年平均成長率 | | 1.36 | 1.74 | 2.12 |
| | 輕型車 | 108,304 | 157,815 | 205,590 | 252,355 |
| | 五年平均成長率 | | 1.46 | 1.89 | 2.33 |
| | 重型車 | 15,278 | 19,327 | 22,963 | 26,538 |
| | 五年平均成長率 | | 1.27 | 1.50 | 1.74 |

表 4-3 移動性污染源排放係數

| 年 份 | 污 染 物 | 懸浮微粒 | | 二氧化碳 | | 氮氧化物 | | 一氧化碳 | | 碳氫化合物 | | |
|-----------|-------|------|-----------|------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|------------|------|
| | | 二行程 | 四行程 | 二行程 | 四行程 | 二行程 | 四行程 | 二行程 | 四行程 | 二行程 | 四行程 | |
| 機 器 腳 踏 車 | 合 | 75 | 0.21 | 0.15 | 0.024 | 0.022 | 0.075 | 0.061 | 17 | 17.69 | 10.12 | 8.34 |
| | | 80 | | | | | | 0.07 | | 20 | 14.3 | 4.66 |
| | | 90 | | | | 0.014 | | 0.15 | | | 9.4 | 2.94 |
| 汽 油 車 | 輕 型 車 | 75 | 0.33(2.2) | | 0.09(3.64) | | 2.37(38.9) | | 29.0(1.65) | | 2.21(0.26) | |
| | | 80 | | | | | 1.43(20.4) | | 16.3(1.15) | | 2.05(0.44) | |
| | | 90 | | | | | 0.60(7.5) | | 5.7(0.57) | | 0.6(0.20) | |
| | 柴 油 車 | 75 | 0.61(5.4) | | 1.7(7.3) | | 13.4(19.7) | | 13.2(0.57) | | 2.5(0.30) | |
| | | 80 | | | | | | | | | | |
| | | 90 | | | | | | | | | | |
| | 液化石油氣 | 輕型車 | | | | | 2.1*(0.87) | | 4.8*(0.17) | | 1.5*(0.68) | |
| | | 重型車 | | | | | 3.7*(0.13) | | 2.6*(0.20) | | 1.5*(0.50) | |
| | 液化天然氣 | 輕型車 | | | | | 1.7*(0.72) | | 5.7(0.20) | | 0.9*(0.42) | |
| | | 重型車 | | | | | 3.6*(0.27) | | 4.6(0.35) | | 1.4*(0.56) | |

※ 二行程和四行程機車比為 77:23
 ※ 75年排放係數均採美國加州標準
 ※ 75年以後排放係數均採加權推估排放係數
 ※ () 機車排放量 (*) 燃料替代改善程度

表 4-4 民國75年、80年、85年及90年排放未管制下污染物(NOx)總量

| 年 份 | 75 | 80 | 85 | 90 |
|-----------|--------|--------|--------|--------|
| 成長倍率 | 1 | 1.24 | 1.5 | 1.76 |
| 總 量 (噸/年) | 14,270 | 19,978 | 21,405 | 25,115 |

表 4-5 民國75年、80年及90年排放管制下污染物(NOx)總量

| 年 份 | 75 | 80 | 85 | 90 |
|-----------|--------|--------|--------|--------|
| 成長倍率 | 1 | 0.88 | 1.06 | 0.78 |
| 總 量 (噸/年) | 14,270 | 12,558 | 15,126 | 11,131 |

(b) 改善對策

1. 提高排放標準管制

現行法規，對大客車氮氧化物之排放標準並無逐年改善。如民國80年，一幅大客車之排

放量為小客車之9.4倍，為機車之191倍。而民國90年則達小客車之22倍。故應予重新檢討。

2. 燃料替代

若以LPG分別代替柴油或汽油，對大客車言，氮氧化物可改善約7.58%。對小客車言，其改善程度，就民國75年排放標準言，氮氧化物改善7.38%，若以80年排放標準言，則NO_x反增加了約30.4%，故燃料替代，若以台北氮氧化物污染之嚴重情形，大客車數以LPG為燃料對氮氧化物之改善有幫助，然小客車改用LPG，則對氮氧化物改善無意義。

3. 以四行程機車替代二行程車

氮氧化物反增加約2.69%。

4. 燃料及燃燒技術之改善

5. 流量管制

(1) 車輛共乘制

實施小客車共乘制，其乘載率可由目前之1.769人，提高為3.1人，其氮氧化物改善程度為27.11%，如僅計程車共乘，則改善程度約僅3.88%。

(2) 提高大眾運輸功能。

(3) 實施入城通行證。

6. 增設大眾捷運系統

(1) 中運量捷運系統

利用中運量捷運系統具高運量及高速率功能，吸引低乘載率之小客車，減少車旅次，縮短行車時間，亦達到減少空氣污染物排放量之目的。根據捷運局推估，民國90年在捷運系統下，道路總流量可減少約2.14%。

(2) 地下鐵大眾運輸系統

利用地下鐵系統具龐大運輸能力及高速運輸功能，因運輸結果之改變，大量減少地面機動車輛流暢，達到大量減少空氣污染排放量。台北市若要徹底改善氮氧化物之污染，惟有建立地下鐵運輸系統，根據統

計，以電車（東京為地下鐵）為交通工具之民衆，東京佔71.4%，台北市僅佔2.8%，而以汽機車代步，東京佔14.7%，而台北佔52.6%。如圖所示（圖4-15），民國90年氮氧化物45ppb濃度以上所涵蓋之範圍，西沿淡水河，東到南港，北到士林，南至公館，故台北市必須此範圍內，從速規劃建立地下鐵系統始能符合民國90年之國家空氣品質，若地下鐵完成後，台北市之氮氧化物排放可改善56%。

7. 抑制車輛成長

(1) 實施嚴格法令管制，如檢驗排放稅。

(2) 購置自備停車場。

(3) 路邊停車管制。

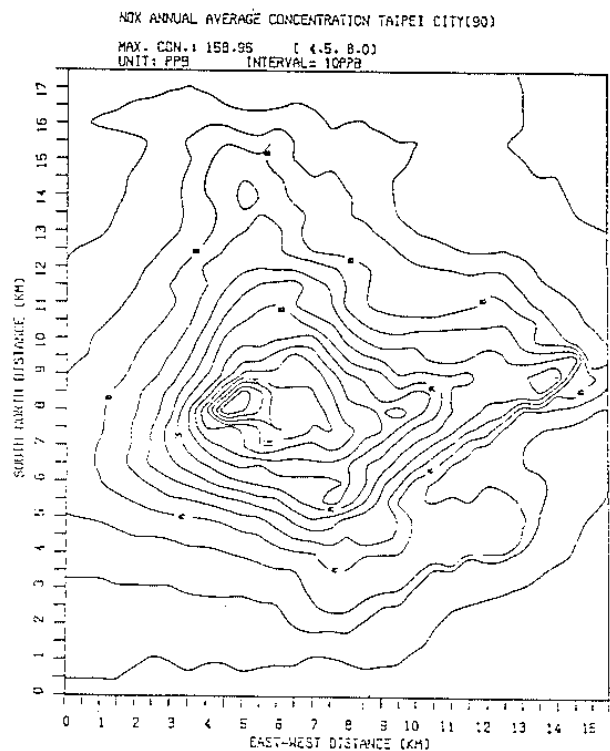


圖4-15 台北市排放標準管制下之污染濃度圖

五、結 論

本研究以民國75年污染源資料及民國73至75之氣象資料為基礎，藉排放係數推算台北市主要污染物之排放總量，並以模式模擬其濃度分布，以瞭解

台北市之污染物濃度分佈特性。然後參考中華民國國家空氣品質標準或先進國家之空氣品質標準，對於未能符合標準的地區分別以反推削減模式及矩陣反推削減模式進行總量削減，使其能符合空氣品質標準。為進一步提出有效的空氣品質管理對策，茲以能委會和交通機動車輛資料，分別預測民國80年、85年、90年在未實施及實施排放標準管制策略下的污染物排放總量之消長狀況，以為決策之參考。本研究各項研究結論歸納如下：

(一)台北市之主要污染物中以氮氧化物之污染最為嚴重，而其主要來源則來自移動性的污染源，約佔94.6%。

(二)台北市之污染源主要為汽機車、工廠及家庭，其中又以汽機車排氣為都市污染源之主要原因。空氣污染物中約中56.6%之粒狀物質、33.4%之二氧化硫、99.5%之一氧化碳、98.4%之碳氫化合物來自移動之汽機車。

(三)就空氣品質之模擬結果顯示：

1. 粒狀物之年平均濃度最大值約為 $50.72 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 即在忠孝東路及新生路口附近。
2. 二氧化硫之年平均最大濃度產生在台北車站至西門附近，其值為16.18ppb。
3. 氮氧化物之年平均濃度最高值為203.80ppb，產生在台北車站至西門附近。
4. 年平均最大濃度值產生之位置與各季最大濃度值產生之位置均頗為一致。
5. 對主要空氣污染物加以模擬，發覺除氮氧化物含量超過國家環境空氣品質標準外，其餘粒狀污染物及二氧化硫則未超過。

(四)利用反推模式做總量削減顯示，削減氮氧化物總量之50%（即7,135噸/年），全市仍有10%面積超過45ppb標準，若欲使全市均符合標準則必須削減總量之78%（11,131噸/年），採用此種總量削減最徹底，但較不符合經濟原則。

(五)採用較複雜，但較經濟的矩陣削減模式從事總量削減時，當削減全市氮氧化物總量的26.9%（即3,839噸/年），即可涵蓋88.3 km²

（32.5%）的地區符合45ppb之標準；當削減總量為59.2%（即8,448噸/年）時，則全市有204.3 km²的面積可符合20ppb之標準。

(六)台北市在實施排放標準之管制策略下，氮氧化物總量，民國80年、85年、90年時將分別為75年總量之88%、106%及78%。

不論是否實施現行的管制策略，至民國90年止，氮氧化物之濃度均較目標值45ppb為高。亦即僅實施排放標準管制、燃料管制、空氣品質管制等策略，將無法達到空氣品質之標準。

六、建議

- (一)台北市人口密度甚高，應參考先進國家標準，訂定更嚴格之國家空氣品質標準。
- (二)籌設中之全國空氣品質監測網，應注意其代表性，須使台北市新設之測站，能和中央監測系統相容，俾便連線。
- (三)建立符合本市適用之污染源排放係數，以利正確推估總量並提高模擬之準確性。
- (四)儘速規劃建立地下鐵大眾運輸系統，以減輕由汽機車所造成之空氣污染。

致謝

本研究在歐科會專案研究計劃NSC 76-0410-E034-02 補助下完成，謹此致謝。

參考文獻

1. 呂世宗，1974：台北市大氣污染預測模型之研究，氣象學報第廿卷第二期。
2. 張能復、紀俊男、呂世宗，1980：高雄地區煙囪擴散係數之研訂，國立中央大學物理研究所。
3. 呂世宗、張哲明，1981：台北盆地二氧化硫濃度之評估。
4. 呂世宗、張隆男，1983：嘉南地區煙囪擴散係數之研訂，行政院環境保護局，國立中央大學物理所研究報告。
5. 呂世宗，1985：空氣污染防治之對策，華岡氣象第八期。

6. 鄭師中、曾鴻陽，1987：台北市都市大氣之初步分析，中國文化大學氣象系刊第十期。
7. 台北市政府工務局新建工程處，1987：七十六年度台北市交通流量及特性調查。
8. 鄭師中；曾鴻陽，1988：台北盆地空氣流動與空氣污染之研究。台北市政專題研究報告第193輯，104頁。
9. Arthur c. Stern, 1977：Air pollution, Vol. V, Air quality management, P. 1-38.
10. B. A. Steriner, 1983; Steel Plant Particulate Bubble Project, Environmental Progress, Vol. 2, No. 1, Feb. P. 67-70.
11. Briggs, G. A., 1974: Diffusion estimation for Small Emissions, ERL, NOAA, ATDL-106.
12. D. Bruce Turner, 1980: Atmospheric Dispersion Modeling, A Critical Review, Atmospheric Dispersion Modeling, APCA Reprint Series, Air Pollution Control Association, P. 8-14.
13. Douglas M. Costle, 1980: Hew Way to Regulate: The Bubble Policy, Journal of the Air pollution Control Association, Vol. 30, No. 1, P. 10-11.
14. Environmental Protection Agency, 1973: Compilation of Air pollutant Emission Factors. 2nd ed., publ. Ap-42, Research Triangle Park N. C.
15. Environmental Protection Agency, 1973: Guide for Compiling A comprehensive Emission Inventory (Revised), Office of Air and Water Programs, Office of Air Quality Planning and Stand-ards, Research Triangle Park, North Carolina.
16. Gary S. Samuelson, 1980: Air Quality Impact Analysis, Environmental Impact Analysis Handbook, Chapter 3.
17. Jeffrey C. Muffat, 1983: Start the Bubble Machine, Environmental Progress, Vol. 2, No. 1, Feb. P. 65-66.
18. Michael R. Deland, 1982: EPA's new bubble and banking policies, American Chemical Society, Environ. Sci. Technol., Vol 16, No. 6, P. 337A.
19. Michael R. Deland, 1980: Market Incentives: Pollution control in the 1980's, American Chemical Society, Volume 14, Nov. 2, Feb. P. 147.
20. USEPA, 1978: Guideline on Air Quality Models, EPA_45012-78-027, OAQPS NO. . 2. 080, 1978.
21. Wilfrid Bach, 1975: Handbook of Air Quality in the United States, Part 5.

