

# 區域性空氣污染源排放特性 分析暨管制策略研究

蔡俊鴻\* 鄭福田\*\* 林金源\*\*\*

## 一、研究緣起

臺灣地區近年來由於工商業發展迅速，民衆生活水準提高，加上由於人口趨向都會地區集中，導致社會型態改變，且由於車輛數目急劇增加，以致於由機動車輛排放廢氣所造成之空氣污染問題日趨嚴重；此外，由於目前仍有許多早期既設或目前仍陸續增加中之各類工廠散佈於人口集中處，其所排放之空氣污染物對局部地區及空氣品質所造成之影響亦不容忽視。因此，為全面改善空氣品質，除對為數眾多之機動車輛排氣需嚴加管制外，亦需確切調查、評估固定污染源對空氣品質之影響，以便全面掌握空氣污染問題特性及污染源分佈狀況，以為研擬管制策略之參考。

本研究旨在探討都會區各種空氣污染源之排放量，包括各種機動車輛排放廢氣、固定排放源及使用能源而排放之空氣污染物，冀期藉由各種空氣污染源之基本資料及污染物排放貢獻比重分析，基於空氣品質影響效應之考慮，評估各項排放源在各類空氣污染物管制策略中之相對重要，作為區域空氣品質管制策略之參考，以期有效達成空氣品質之目標。

由於臺北市為臺灣首善之區，人口密度、居民生活水準及車輛密度皆為臺灣地區之冠，而空氣污染問題素為政府主管機構所亟待徹底大力改善之當務之急，因此本研究乃以臺北市空氣污染為研究對象，依據上述區域空氣污染管制理念，探討臺北市空氣污染源管制策略應考慮之特性，以期達成空氣品質管制策略之目標。

## 二、區域性空氣污染物排放總量推估與管制對策評估

為達到管制空氣污染物排放源，維護空氣品質之目的，有關單位需採取適切有效之管制策略。基本上，空氣污染控制策略可分成四類<sup>(1)</sup>：

1. 空氣品質管理策略。

\* 成功大學環境工程學研究所副教授

\*\* 臺灣大學環境工程學研究所教授

\*\*\* 中山大學企業管理研究所研究生

2. 排放標準策略。
3. 排放稅策略。
4. 成本效益策略。

然而，無論各種控制策略之特性及優缺點為何，唯有建立確實而周延之排放源特性資料，才能提供研議管制對策時所需之依據而不致產生誤差，因此，空氣污染源排放特性之調查乃極其重要。

空氣污染源通常可區分成移動性排放源 (Mobile Source) 與固定排放源 (Stationary Source) 兩大類，前者多指車輛、飛機或船舶等交通工具與曳引機、農耕機等使用燃料之動力機械，後者則多指地點固定而排放污染物量達到某一程度之排放源<sup>(3)</sup>，通常為工廠、燃油鍋爐或排氣煙囪等。對於某一地區空氣污染物排放量之調查研究工作，一般可依上述基本分類方式進行，逐一推估各項污染源所排放之各種空氣污染物量，再合併推估該調查區域之空氣污染物排放總量。

推估區域空氣污染物排放量之主要方法乃利用污染物排放係數 (Emission Factor) 為基礎，配合不同污染源之生產或排放特性，計算得到各類別污染源之排放量，再將調查區域內所有污染物排放量相加即可獲得區域內空氣污染物排放總量。

「空氣污染物排放係數」之定義可解釋<sup>(2)</sup>為「由於工業生產活動，每單位生產量（或能源消耗量）或單位服務量所排放出空氣污染物之平均量」。事實上，並非僅工業生產活動才會產生空氣污染物，舉凡燃燒、能源使用、輸送及築構工程施工……等項活動皆會產生空氣污染物，因此，空氣污染物排放係數之定義可酌予擴充，凡是因人為活動而產生之空氣污染物，皆可依其適切之單位表示量當作污染物排放係數。

依據污染物排放量之特性，排放係數可採用三種方法表示之：

①單位生產量之排放量：此種表達方式常用於工業生產程底所排放之污染物量，如生產每單位產品所排放之空氣污染物量。

②單位燃料消耗量之排放量：此種表達方式常用於因使用能源而產生之空氣污染量，如消耗每單位能源（天然氣、瓦斯等）所排放之空氣污染物量。

③單位服務量之排放量：此種表達方式常用於車輛排放污染物及雜項排放源，如：汽車每行駛 1 公里所排放之空氣污染物量。

雖然空氣污染排放係數乃推估區域空氣污染物排放總量最快捷之方法<sup>(3)</sup>，然而由於其乃一總量估計方法，故較適合於以年平均或月平均資料為估算基準，依據各項排放源之操作資料及排放源測定結果，配合各種排放源之空氣污染物排放係數，即可迅速推估污染源之排放特性。

空氣污染物排放係數之推算步驟如下：

- ① 計算排氣濃度及排氣量。
- ② 計算污染物排放總量。
- ③ 調查統計各項生產量、能源消耗量或可能導致排放空氣污染物之活動量。
- ④ 計算排放係數。

依據上述程序，劃分適切之調查區域，再逐一調查每一排放源所排放之各種空氣污染物

量，綜合調查區域內所有之排放源，即可推估區域內各種空氣污染物之排放總量，並由原始推估資料可獲得各種污染物之來源組成與比例，得知主要排放源對象及其貢獻比，同時再依據空氣品質標準推估各排放源在逐項空氣污染物中之相對重要性，藉此即可獲知各種污染物管制對象之優先次序，提供研議空氣污染管制策略之參考。

為便於資料統計與實際之應用，本研究乃以臺北市行政區域之劃分為分區之基礎，首先以各分區排放源資料為各分區排放量之推估基準，再以各分區之推估值為基準，總合各分區污染物之排放量即臺北市之污染物排放總量。

基於前述理論與觀念，研究工作主要內容包括以下項..

- ①研究分析機動車輛之基本資料。
- ②研究分析固定空氣污染源之基本資料。
- ③探討機動車輛空氣污染物排放特性。
- ④探討固定空氣污染源排放特性。
- ⑤分析空氣污染物排放總量及排放源相對排放量。
- ⑥評估各類排放源在空氣污染管制策略中之相對重要性。

### 1. 車輛排放空氣污染特性分析

有關機動車輛污染特性調查，主要目的在瞭解臺北市各種車輛之數目及特性。由於不同型式之車輛，其污染物排放量、行駛里程並不相同，且其所佔比例亦有高低，在臺北市由各類車輛所排放污染物量之比例亦各不相同，因此唯有調查各類車輛之比例、數目，才能求得該類車輛排放量佔總排放量之百分比，從而決定排放管制之優先次序。

車輛之統計分析乃以大型車、小型車及機車為分類主要依據，再由各類車依其使用目的及排氣量或引擎型式分成各次類族，主要區分方式為：

- ①大型車：分為自用大型車、營業大型車。
- ②小型車：分為自用小型車、營業小型車。
- ③機車：分為四行程機車、二行程機車。

依據上述分類方式，分別調查分析各類車輛之數目、車齡、引擎型式等可能影響車輛排放空氣污染物排放量之因素。

此外，車輛行駛里程亦為影響車輛排放空氣污染物總量極其重要之因素，所有車輛在單位時間內所行駛之里程愈多，則其排放之空氣污染物量亦愈多。區域內各類車輛之總行駛里程係由各類車輛之行駛里程相加而得，亦即由各類車輛平均行駛里程乘上各類車輛數而得，可以下式表示之：

$$M = \sum_{i=1}^k M_i = \sum (N_i \times \bar{m}_i)$$

M≡單位時間車輛總行駛里程 (公里／月或公里／年)

K≡車輛種類

M<sub>i</sub>≡第 i 種車輛單位時間之總行駛里程

N<sub>i</sub>≡第 i 種車輛之數目

三第 i 種車輛於單位時間之平均行駛里程數  
n 值可由 N 輛車中取得足夠之樣本值來調查，由其平均值決定之。

影響車輛排放空氣污染物量之另一重要因素為排放係數，由於影響空氣污染物排放係數之因素甚多，包括車輛燃油效率、車輛引擎負荷、道路行駛型態 (Driving Pattern) 及駕駛人員之操作習慣等，因此欲訂定一個能完全代表所有車輛排放特性之數值實屬不可能，因此，為使所得結果能充分代表車輛實際排放情形，並使所有測定結果能有一套合理之比較基準，制定一套標準之測試程序乃進行測定排放係數之基本工作。

「標準測試程序」意指測試車輛排氣過程中，用以模擬車輛在典型行駛狀態下之加速、減速、定速等操作程序。世界上較通用之測試程序包括美國聯邦測試程序 (U. S. F. T. P.)、歐洲共同社會測試程序 (ECE-15) 及日本十段／十一段測試程序 (JAPAN 10/11 MODE)。標準測試程序一般多依行車型態之特性組合而成，而行車型態則為地區之特性，依每個地區之街道交通狀況而定。事實上，由於交通狀況極其複雜，車輛之行駛狀況在不同時間、街道上之變化甚大。因此，行駛型態僅能就一般車輛之平均行駛特性為模擬之依據，依此測試程序所得之空氣污染物排放係數亦用以代表一般狀況之車輛排放特性。

依據前衛生署環境保護局委託工業技術研究院於臺北市區道路實際測試結果可知<sup>(3)</sup>，臺北市之車輛行駛型態時間分配以停車時間最長，約佔27.8%，定速狀態次之，約佔25.6%，其餘則為加速、減速時間。與歐洲 ECE-15 測試程序之行庫時間分佈比較可知，臺北市之行車型態與 ECE-15 測試程序十分相似，因此乃以 ECE-15 測試程序為車輛排放特性測試標準程序，循此測試程序測定所得之排放係數應足以反映大多數車輛在臺北市區行駛時之污染物實際排放狀況。

## 2. 固定污染源排放空氣污染物特性分析

有關固定污染源排放特性調查分析，主要乃依據各類工業排放污染物特性、各種能源消耗及有機溶劑使用資料，配合各種不同性質之空氣污染物排放係數，以推估各種固定空氣污染源所排放不同污染物量，再依據不同排放源之排放量推估區域內之排放總量，同時以各類排放源所佔各項污染物排放量之比例，可決定排放管制之優先次序。

固定源排放調查乃依其排放特性而歸為四類：

①製造程序排放：主要針對各類製造業於製程中所排放之空氣污染物，以及提供所需動力而消耗能源排放之空氣污染物。

②非製造程序排放：主要包括家庭或一般商家使用各種能源而排放之空氣污染物，如：使用天然氣、重油，以及由加油站逸散排放之空氣污染物。

固定污染源排放空氣污染量之推估主要仍依藉各項排放係數，配合各排放源之生產量、服務量或能源消耗量，推估其各項空氣污染物排放量，再綜合區域內各種排放量即可求得各項污染物之排放總量。其可藉由下式推算

$$S_i = \sum_{j=1}^m S_{ij} = \sum_{j=1}^m E_{ij} \times P_j$$

式中  $S_i$ ≡第 i 種空氣污染物之排放總量

$S_{ij}$ ≡第 j 類污染源排放第 i 種污染物之總量

$E_{ij}$ ≡第 j 類污染源之第 i 種污染物排放係數

$P_j$ ≡第 j 種污染源之生產量、服務量或能源消耗量

$m$ ≡污染源之分類數目

由於一般空氣污染物排放源既多且雜，規模不一，對區域空氣污染物排放量之貢獻百分比亦各有所異，故欲將全部排放源之質、量變異特性逐一量化恐非易事，同時針對不同排放特性調查工作目的所需資料之精確度要求程度亦有所不同，因此，區域空氣污染物排放量調查工作內容及其規模，應依所需調查結果之精確度，以及可運用人力、物力與時間而定，冀期建立最適切有效之空氣污染源排放特性資料。

固定空氣污染源特性之調查方法，可藉由下列方式進行：

- ①工商登記或營業資料調查。
- ②燃料或動力使用資料調查。
- ③特定物質使用管制資料調查。
- ④同業公會登記資料調查。
- ⑤問卷調查或訪視。

一般言之，由不同來源獲得之排放源資料經比較分析後，更能反映各種不同條件下之排放源特性變異程度。

對於不同排放源之空氣污染物排放係數，除可藉由現場調查、測定結果，再配合各種生產量或服務量求得外，亦可參考美國環境保護署編纂之手册<sup>(4)</sup>，以利研究工作進行。

依據各類空氣污染源之調查結果，配合各項空氣污染物排放係數，即可求得固定源各項空氣污染物排放總量，以及各排放源所佔之相對權重。

### 3.空氣污染源管制優先性之評估

由於區域性空氣污染物排放源既多且雜，能同時管制所有排放源固屬上策，唯考慮實際狀況，再依空氣品質影響效應之理念，依據不同污染源對空氣品質衝擊程度之評估程序，整合各項管制策略目標，製訂不同階段管制不同排放源之對策應屬實際可行之較佳對策。

依據鄭氏等<sup>(5)</sup>之研究結果，以目前所設定環境空氣品質標準為基準，比較各項空氣污染物排放量之相對重要性，不失為評估控制不同空氣污染物優先次序之方法，此種評估程序已包含不同空氣污染物之影響效應，對以維護民衆生命財產安全之空氣品質管制策略目標具有相當彰顯之意義。

各項空氣污染物之相對重要性可藉下式求得

$$I_i = \frac{\left( \frac{Q_i}{STD_i} \right)}{\sum_{i=1}^n \left( \frac{Q_i}{STD_i} \right)}$$

式中  $I_i$  三第  $i$  種空氣污染物之相對重要性，且  $\sum_{i=1}^n I_i = 1$

$n$  三列入管制對象之空氣污染物種類

$Q_i$  三第  $i$  種空氣污染物之總排放量

$STD_i$  三第  $i$  種空氣污染物之環境空氣品質標準

各種空氣污染物之相對重要性愈高，表示基於目前之空氣品質標準，應為管制之優先目標。

由於同一項空氣污染物係由多種排放源所致，各類排放源之相對排放量並不相同，基於區域性整體空氣污染源之管制，非但需訂定各項空氣污染物之管制優先性，亦需訂定各類排放源之管制優先性，據以研訂全盤有效之管制策略。

依據此一觀念，可設定兩項指標，一為各類排放源之「綜合相對重要性」，一為各類排放源在各項空氣污染物管制中之「個別相對重要性」。前者可用以評估各類別排放源在整體空氣控制策略中之相對重要性，可供訂定排放源管制優先性之評估指標；後者可用以評估每一類排放源之每項空氣污染物在整體控制策略中之優先性。此二項指標可藉下式表示之：

$$\text{個別相對重要性 } IP_{ij} = I_i \times \frac{D_{ij}}{\sum_{j=1}^M P_{ij}}$$

$$\text{綜合相對重要性 } CIP_j = \sum_{i=1}^n IP_{ij}$$

式中  $IP_{ij}$  三第  $j$  種排放源之第  $i$  項污染物個別相對重要性

$I_i$  三第  $i$  項空氣污染物之相對重要性

$D_{ij}$  三第  $j$  類排放源之第  $i$  項污染物排放量

$\sum_{i=1}^n P_{ij}$  三區域所有排放源之第  $i$  項污染物排放總量。

$M$  三區域內排放源之分類數目

$CIP_j$  三第  $j$  類排放源所排放各項空氣污染物總量在整個排放量中之綜合相對重要性

依據不同指標之評估結果，凡是其重要性指標值愈高，顯示該類排放源、污染物或該類排放源所排放某項污染物，在整體區域空氣污染控制策略中之相對重要性愈大，亦即基於區域環境空氣品質標準之觀點，其應列為優先管制之對象。依循此一評估程序，即可依據各區域之空氣品質標準及污染源排放特性，擬訂合理而有效之管制對策、達成控制空氣品質，維護民衆生命財產安全之目標。

### 三、機動車輛排放空氣污染物總量調查研究

#### 1. 車輛結構特性調查結果

依據臺北市監理處截至民國七十四年九月底之統計資料顯示，全臺北市登錄之機動車輛

總數達867,490輛，其中汽車有292,585輛，約佔33.7%，機車有574,905輛，約佔66.3%，可見臺北市機車數目約為汽車數之兩倍。各型車之數目及其所佔百分比如圖1所示。

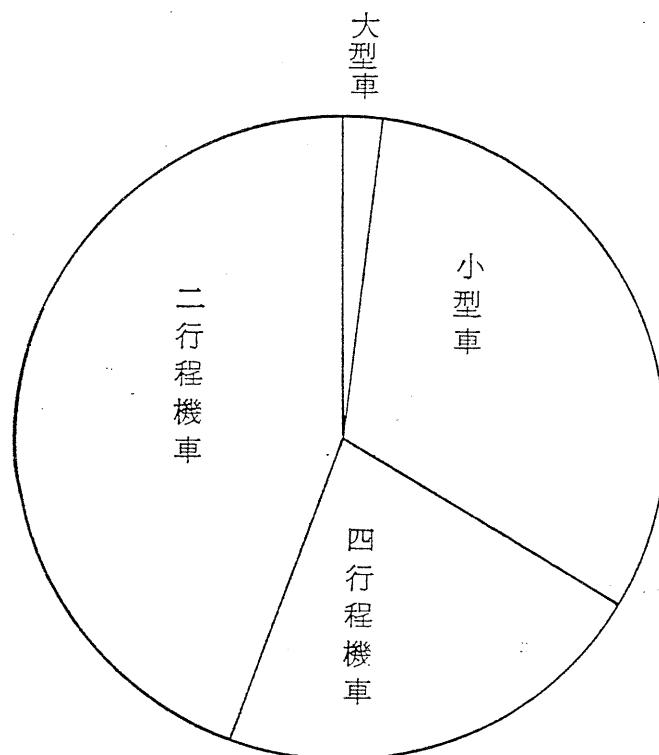


圖1 臺北市車輛數目結構特性

依大型車、小型車分別統計，小型車計有274,794輛，約佔車輛總數之31.7%，其中大部份為小客車，計有220,551輛，佔小型車之約80%，再依其用途分類，即自用車有189,399輛，營業車有31,152輛。由統計數字可知臺北市之汽車以小汽車為最多，依其用途歸類則以自用小客車為最多。

機車之統計資料顯示重型機車最多，達477,023輛，佔機車數之83%，以總車數來計算，則佔55%，亦即臺北市之機動車輛中，每兩輛即有一輛為重型機車，此種特性使臺北市空氣污染物排放量之分佈與世界各大都市之排放情況大不相同，更顯見機車排放管制之重要性。

由機車之分類可知重型車佔83%，輕型車佔17%，但就空氣污染排放調查而言，將機車依其引擎型式分類更具意義。調查結果顯示，國內目前之輕型機車多為二行程機車，而重型機車亦約半數為二行程機車，由此合計可知臺北市之機車以二行程機車為主，共約有37萬輛，佔機車數之67%，其餘33%則為四行程機車。分析現行使用中車輛之出廠年份如圖2、圖3所示，由汽車之出廠年份統計資料顯示，車齡在四年以內者為最多，其餘者則隨年代愈久而數量愈趨減少，主要乃因舊車之淘汰及近年來購車者日衆之故。

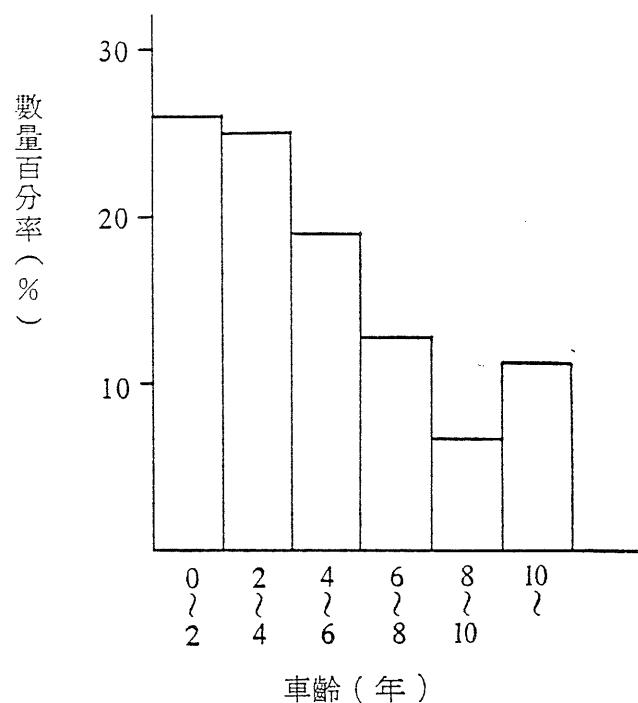


圖 2 臺北市使用中車輛之車齡分佈

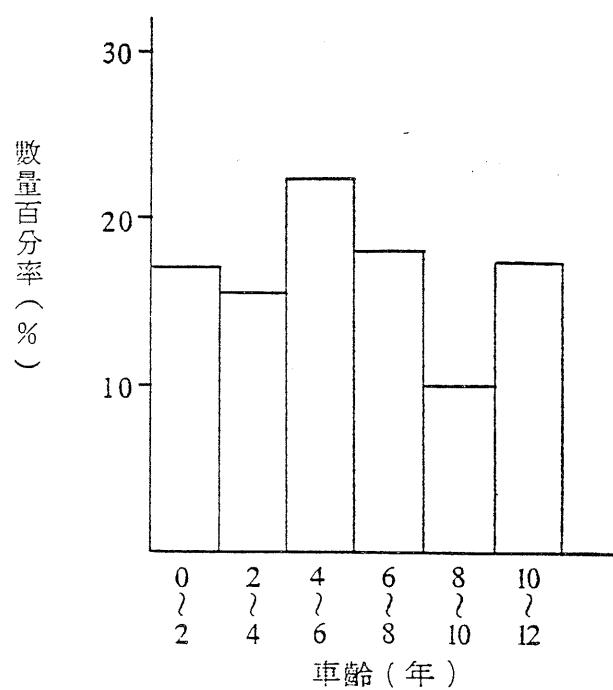


圖 3 臺北市使用中機車之車齡分佈

機車之出廠年份分析顯示車齡在 6 ~ 7 年間者最多，其中有一現象特別值得注意，即車齡在十年以上者佔總車數之 18% 以上，可見臺北市之老舊機車為數之多。此種現象可能係由於機車之汰舊率較低所致，但亦可能係由於民衆對不堪使用之機車並未至監理處註銷牌照登記，以致逾齡機車數目偏高。

## 2. 機動車輛行駛里程調查結果

機動車輛行駛里程乃指一部機動車輛在一定期間內所行駛距離之總長度，由於各型機動車輛在使用目的上，以及個別駕駛特性上有極大之差異，因此欲確切計算所有車輛之行駛里程實屬不可能，唯欲推估其概略情況，則採用平均值不失為一可行之方法。

依據經濟部能源委員會之調查結果<sup>(6)</sup>，臺北市車輛每月車輛行駛里程以營業大貨車最高，營業小客車及營業大客車次之，而以機車之行駛里程最低。就整體而言，營業車之行駛皆高於自用車，其中尤以營業小客車與自用小客車之差異最大。

依據各類型車輛月平均行駛里程資料及臺北市各類車輛數目，可推估得全臺北市各種車輛之月總行駛里程數及年總行駛里程數如表 1 所示。由調查數值可知，總行駛里程數以機車之  $6,620.70 \times 10^6$  公里／年為最多，主要乃機車數目實在極其龐大，其次則為自用小客車及營業小客車之行駛里程，分別達  $3,477.25 \times 10^6$  公里／年及  $2,042.07 \times 10^6$  公里／年，其他車

表 1 臺北市各類車輛之行駛里程及其比例

| 項<br>目 |     | 數量(輛)      | 月平均行<br>駛里<br>程 | 月總行駛里程<br>(萬公里) | 年總行駛里程<br>(百萬公里) | 行駛里程比<br>(%) |
|--------|-----|------------|-----------------|-----------------|------------------|--------------|
| 汽<br>車 | 大客車 | 自用 1,478   | 4,020.35        | 594.21          | 71.31            | 0.51         |
|        | 大客車 | 營業 3,846   | 5,057.52        | 1,945.12        | 233.41           | 1.68         |
|        | 大貨車 | 自用 5,542   | 3,519.94        | 1,950.75        | 234.09           | 1.68         |
|        | 大貨車 | 營業 3,098   | 7,944.61        | 2,461.24        | 295.35           | 2.12         |
| 車      | 小客車 | 自用 189,399 | 1,529.95        | 28,977.11       | 3,477.25         | 24.96        |
|        | 小客車 | 營業 31,152  | 5,462.66        | 17,017.28       | 2,042.07         | 14.66        |
|        | 小貨車 | 自用 53,095  | 1,430.20        | 7,593.65        | 911.24           | 6.54         |
|        | 小貨車 | 營業 1,148   | 3,370.93        | 386.98          | 46.44            | 0.33         |
| 機<br>車 | 車   | 574,905    | 959.68          | 55,172.18       | 6,620.70         | 47.52        |
| 總      | 計   | 867,490    |                 |                 | 13,931.86        | 100.00       |

(調查日期至 74 年 9 月止)

之行駛里程數則遠低於這三項，由於車輛行駛里程愈長則所排放之空氣污染物量愈多，由此可知臺北市因車輛所引起之空氣污染將與車輛行駛里程有密切關係。

### 3. 機動車輛之空氣污染物排放係數測定

由於影響各種車輛燃油效率之因素甚多，包括排氣量、車齡、附加設備等之機械因素外，其它如行駛距離、行駛習慣、維護條件……等人文因素亦有密切關係，而車輛排氣狀況與燃油效率亦有密切關係，因此，欲完全考慮所有變化條件對排放係數之影響實屬不可能。唯排放係數基本上即為一代表一般狀況之平均值，因此，就一般條件選取測得之排放係數當不致有重大之誤差。

由臺北市各種車輛組合特性，選取樣本車輛依據標準測試程序測驗所得之空氣污染物排放係數如圖4、圖5及圖6所示，使用中車輛之一氧化碳排放係數平均值為34.15公克／公里，氮氧化物平均值1.61公克／公里，碳氫化合物平均值為5.18公克／公里<sup>(7)</sup>。

由使用中車輛測試所得各種空氣污染物之排放係數顯示，小型車之一氧化碳及碳氫化合物排放係數與車輛已行駛里程總數略成正相關之趨勢，亦即車輛愈老舊，此二項空氣污染物排放率愈高，但其變異範圍極大，顯示各種影響排放係數之因素對車輛排氣之影響十分複雜。氮氧化物排放係數與車輛已行駛里程則無顯著相關性。

使用中車輛排放係數與新車排放係數之比較顯示，使用中車輛之一氧化碳、碳氫化合物及氮氧化物排放係數分別為新車之1.92倍、1.58倍及0.81倍，因此運用排放係數以推估車輛排放各種空氣污染物總量，應以使用中車輛之排放係數為基準，以免造成嚴重之誤差。

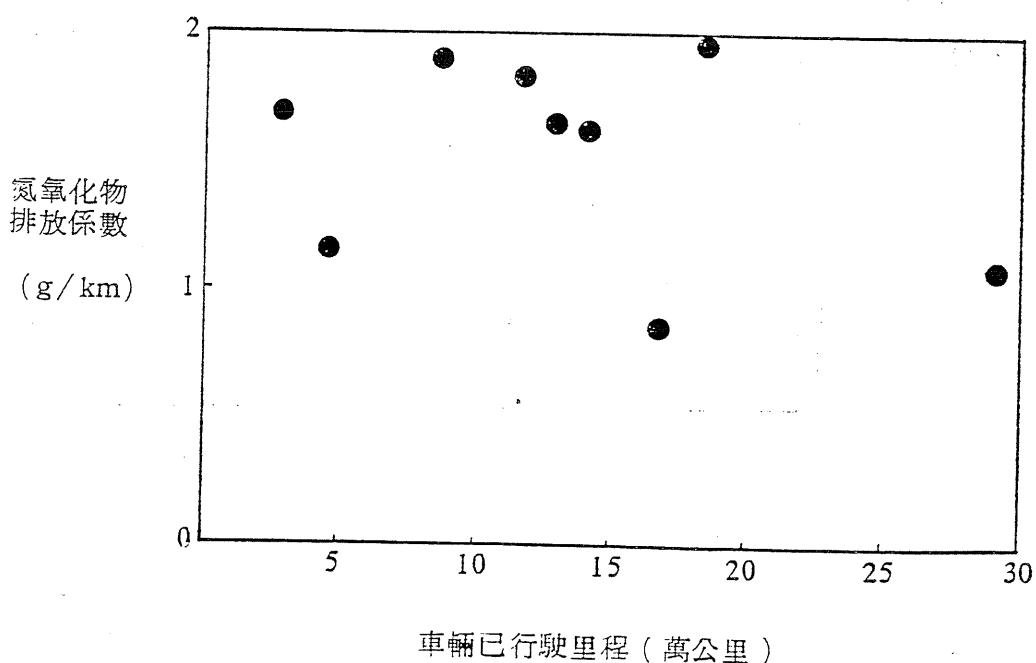


圖4 臺北市使用中小汽車之氮氧化物排放係數測值

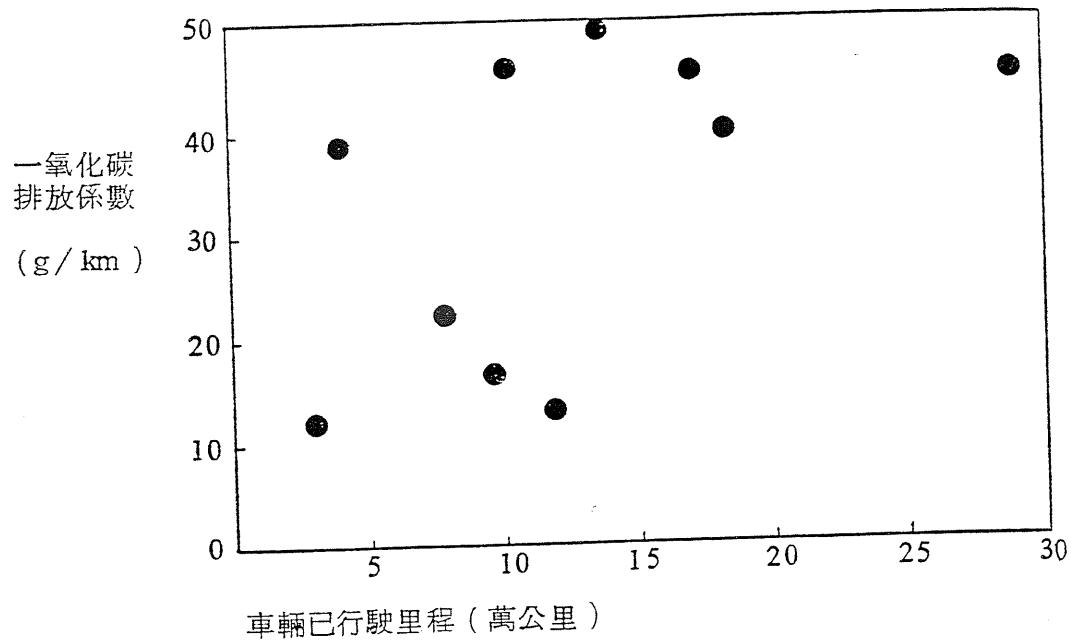


圖 5 臺北市使用中小汽車之一氧化碳排放係數測值

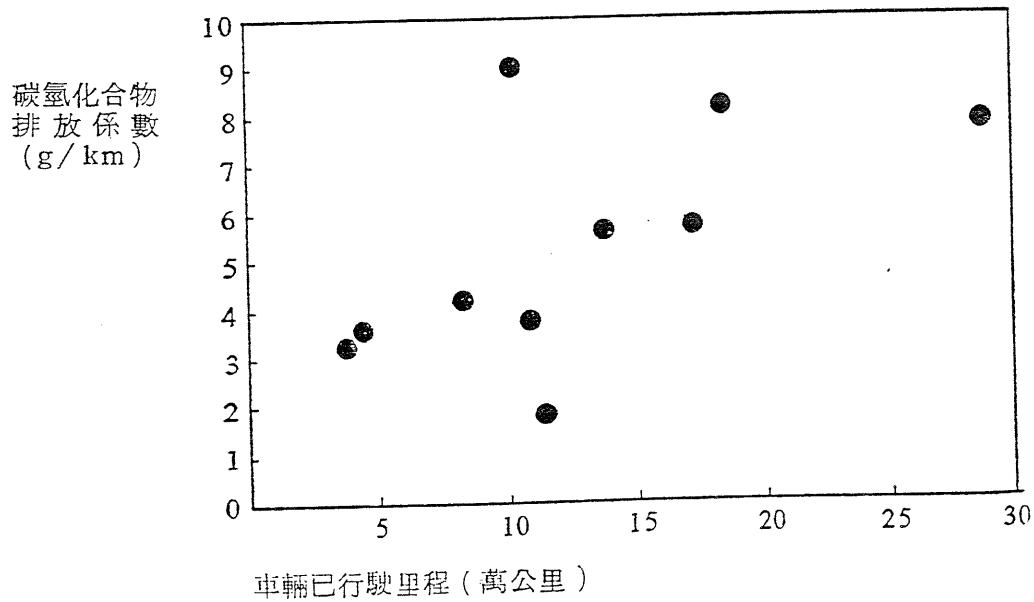


圖 6 臺北市使用中小汽車之碳氫化合物排放係數測值

使用中機車之排放係數如圖 7、圖 8 及圖 9 所示，二行程機車之各項空氣污染物排放係數分別為一氧化碳 14.40 公克／公里，氮氧化物 0.05 公克／公里，碳氫化合物 7.84 公克／公里；四行程機車之各項排放係數依序分別為 18.70 公克／公里，0.12 公克／公里及 2.16 公克／公里。

公里。分析不同行駛里程機車之排放係數顯示，使用中機車之空氣污染物排放係數與其已行駛里程並無顯著相關性，分析其原因，除可能係由於測試樣本數不足外，機車之行駛里程記錄不正確，以及機車性能與使用者之操作維護有密切關係應是造成此種現象之原因。因此，欲更進一步分析機車排氣之特性，應再選取更多之車輛進行測試，以獲取更多之數據為研究之基礎。

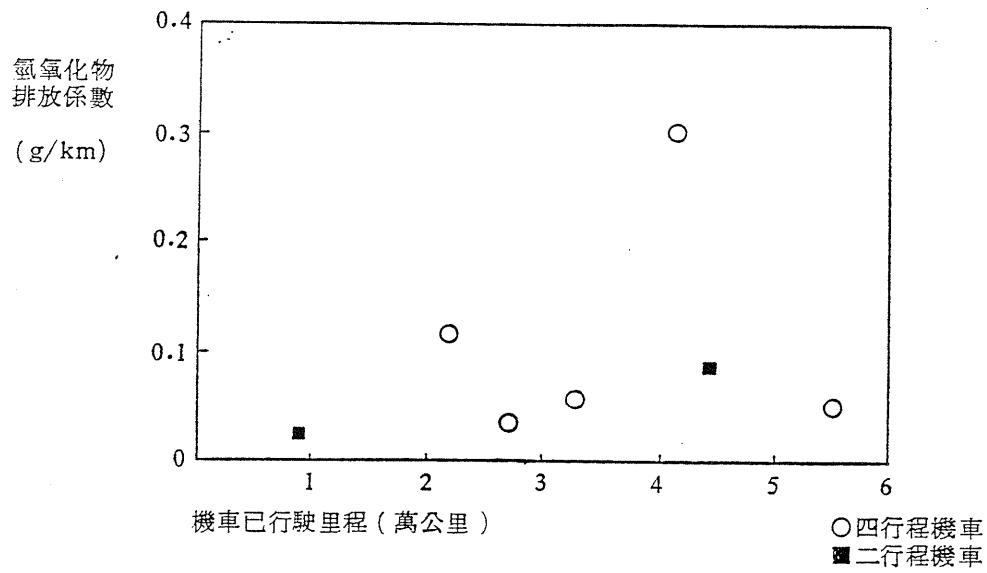


圖 7 臺北市使用中機車之氮氧化物排放係數測值

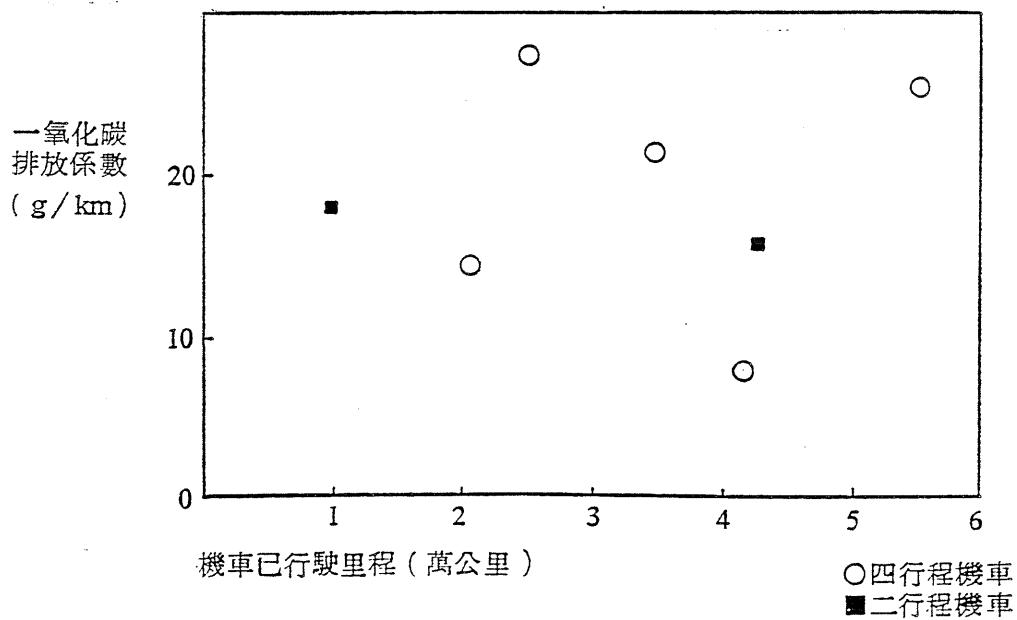


圖 8 臺北市使用中機車之一氧化碳排放係數測值

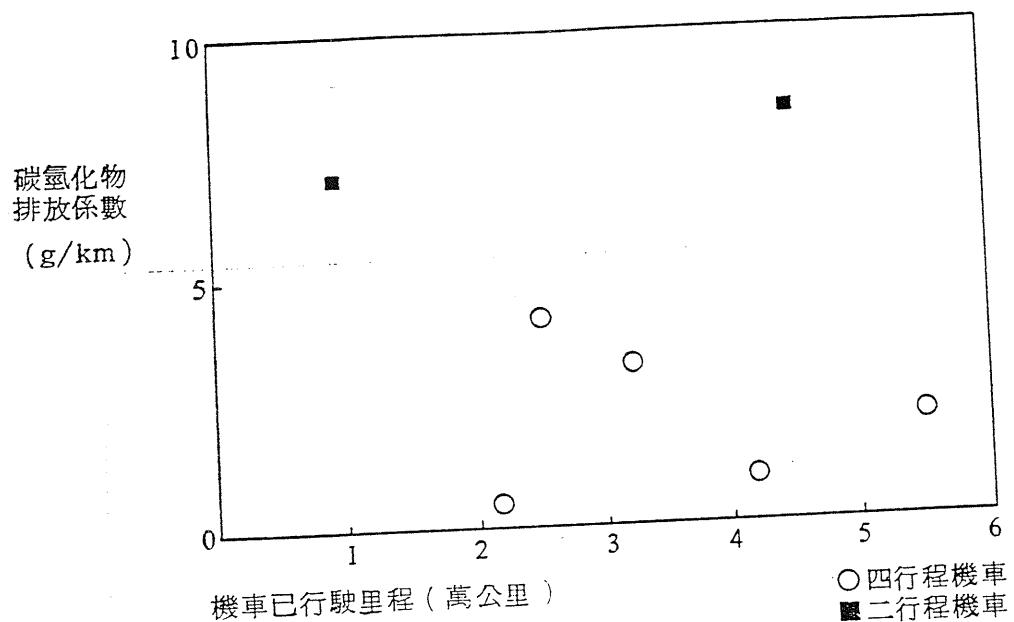


圖 9 臺北市使用中機車之碳氫化物排放係數測值

比較不同引擎型式機車之排放係數顯示，二行程機車之碳氫化合物排放係數約為四行程機車之1.3倍及3.6倍，而四行程機車之一氧化碳及氮氧化物排放係數分別約為二行程機車之1.3倍及2.4倍，由使用中機車之排放係數與未出廠新車之測試結果比較，如表2所示，使用中機車

表 2 使用中車輛及未出廠新車之空氣污染物排放係數

| 車型           | 污染物<br>排放係數<br>(g/km) | 污染物     |         |         |
|--------------|-----------------------|---------|---------|---------|
|              |                       | 氮 氧 化 物 | 碳 氢 化 物 | 一 氧 化 碳 |
| 使 用 中 汽 車    |                       | 1.61    | 5.18    | 34.15   |
| 使 用 中 機 車    |                       | 0.07    | 5.98    | 15.82   |
| 未 出 廠 新 汽 車  |                       | 1.99    | 3.28    | 17.80   |
| 未出廠新機車       | 二 行 電                 | 0.03    | 4.56    | 6.08    |
|              | 四 行 電                 | 0.23    | 0.61    | 7.10    |
|              | 混 合 平 底               | 0.08    | 3.56    | 6.34    |
| 使用中車輛／未出廠新汽車 |                       | 0.81    | 1.58    | 1.92    |
| 使用中機車／未出廠新機車 |                       | 0.88    | 1.68    | 2.50    |

註：未出廠新車之測試資料系根據衛生署環保局之公布資料。

之二氧化碳及碳氫化合物排放係數分別為新車之2.50倍及1.68倍，而氮氧化物則僅為0.88倍。顯示機車之碳氫化合物與一氧化碳排放量呈現顯著增加之現象。

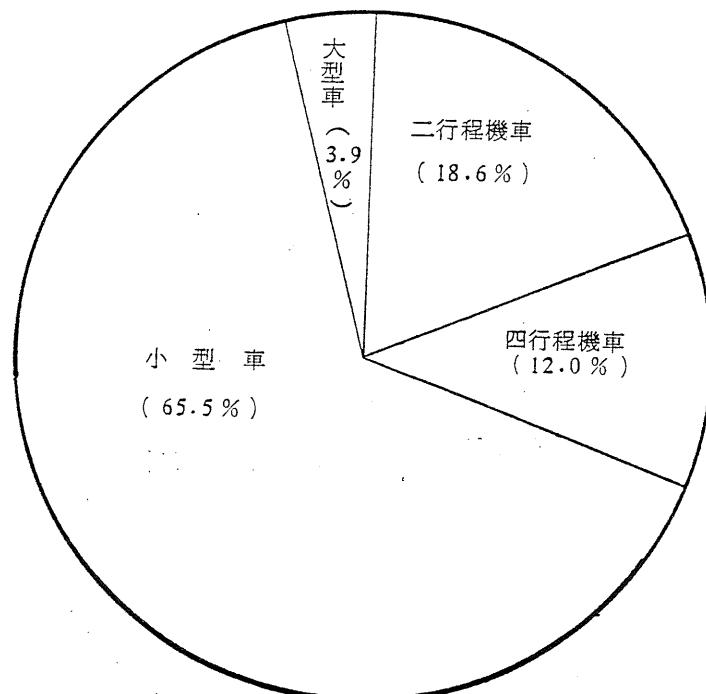
#### 4. 臺北市機動車輛排放空氣污染物量推估

由各類型車輛總數、行駛里程數與空氣污染物排放係數即可推估臺北市車輛排放空氣污染物量。

依據上述推估程序，計算得各種污染物之排放量及其相對排放比例，如圖10、圖11、圖12、圖13及圖14所示。臺北市每月由車輛排放之污染物以一氧化碳最多，高達28,545公噸，碳氫化合物次之，約6,327公噸，氮氧化物1,834公噸，粒狀物317公噸，硫氧化物較少，約173公噸。五項合計，每個月排放進入大氣中之空氣污染物量約37,000公噸。

分析各類車輛之空氣污染物排放量顯示，總排放量以自用小客車為最多，每個月高達15,000多公噸；機車次之，約12,000公噸，營業小客車再次之，約7,000多公噸，大型車之排放量約2,400公噸。

以各項空氣污染物之來源分析顯示，一氧化碳主要由小型車所排放，約佔一氧化碳排放量之66%；碳氫化合物主要由二行程機車及小型車所排放，各約佔碳氫化合物排放量之46%及45%；氮氧化物主要排放源為大型車及小型車，分別約佔氮氧化物排放量之50%及48%；粒狀物主要則由小型車所排放，約佔56%；硫氧化物主要則由大型車所排放，約佔硫氧化物排放量之68%。



一氧化碳：月排放總量：28546公噸

圖10 臺北市機動車輛之一氧化碳排放來源

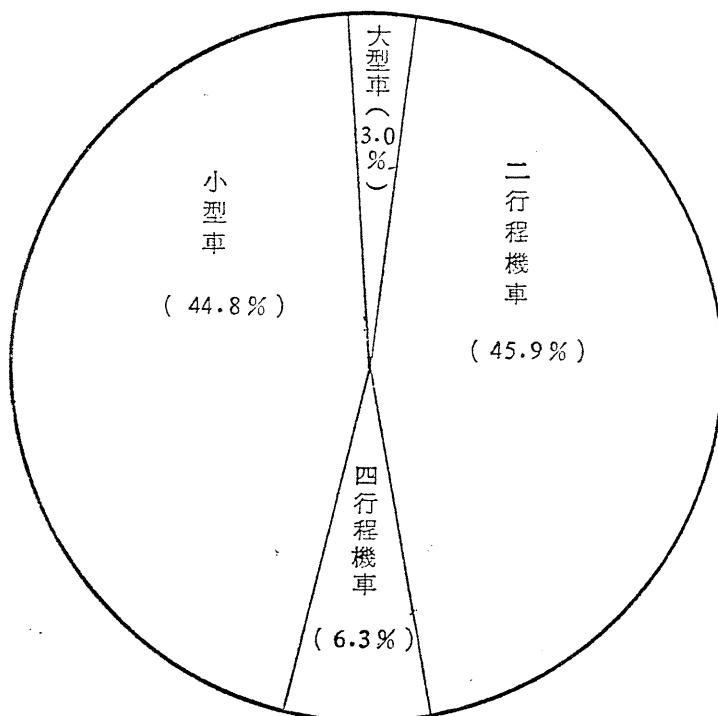


圖11 臺北市機動車輛之碳氫化物排放來源

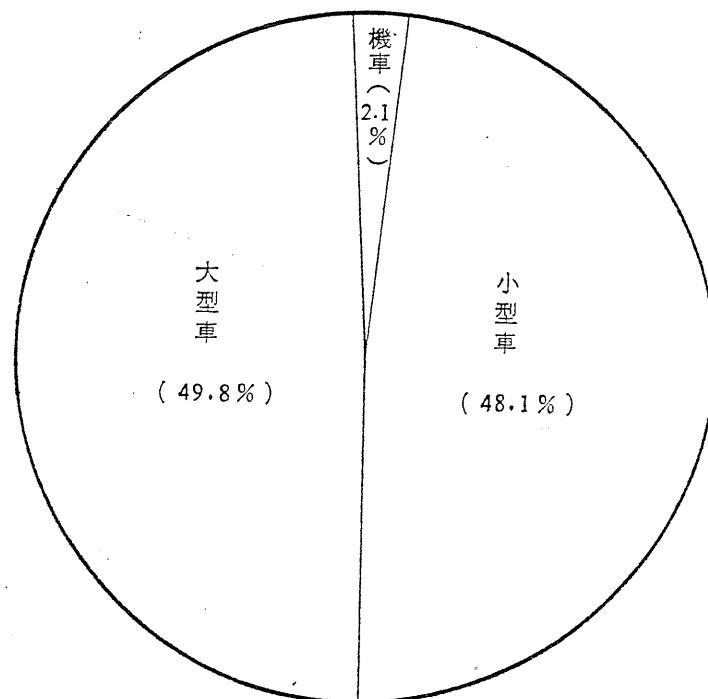


圖12 臺北市機動車輛之氮氧化物排放來源

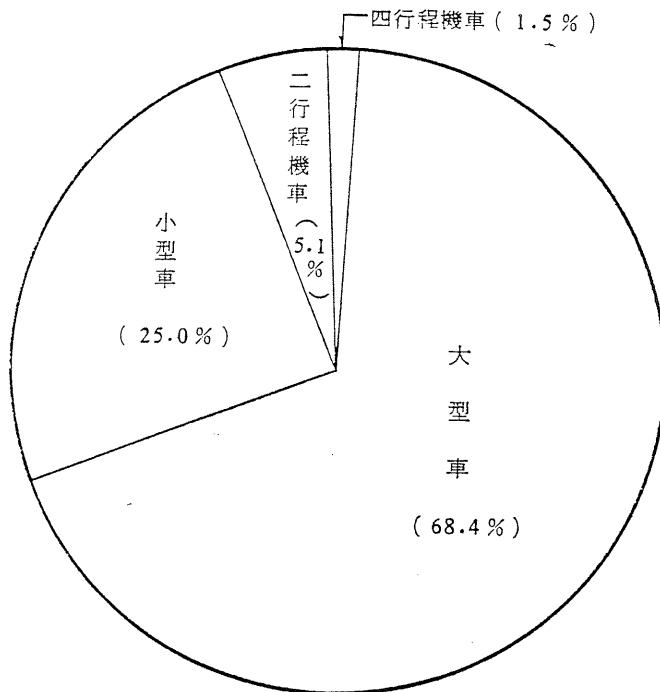


圖13 臺北市機動車輛之硫氧化物排放來源

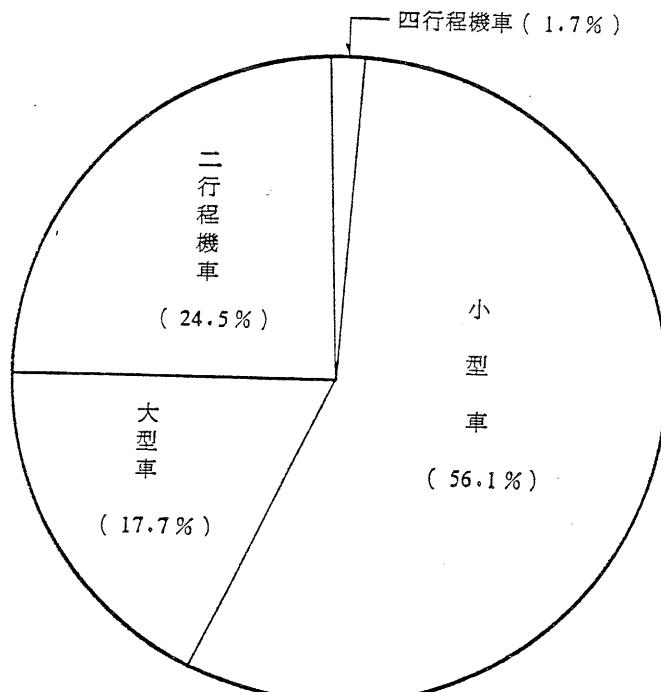


圖14 臺北市機動車輛之粒狀物排放來源

## 四、固定排放源之空氣污染物排放總量調查研究

### 1. 製造業之空氣污染物排放總量

依據「臺北市工廠名錄」之資料顯示，截至民國七十四年止，臺北市登記立案之工廠計2,643家，而臺北市政府環境保護局提供之資料顯示，具有環境污染威脅之地下工廠計有710家，兩者總計3,353家。

登記立案之工廠數目以南港區為最多，計有551家，其次則為內湖區、士林區、雙園區、大同區、松山區、北投區等，均在兩百家以上。而未立案之地下工廠分佈，則以松山區251家為最多，其中大部分為成衣工廠及汽車修理廠。

依據問卷、資料調查及現場測試、訪問結果顯示，由生產程序所產生之空氣污染物來源，主要為燃料、有機溶劑之使用，以及原料本身所產生者。

事實上，由於各類工廠之產品種類殊異，故無法以單一種類產品為推估基礎，於此情況下，為求推估該項工業之污染物排放係數與排放量，乃以其員工人數、資本額、動力數或其它適以說明生產規模之參數為估算之基準，再擇取最佳之分析結果作為推估排放量之基準單位。

依據各類別製造業排放空氣污染物量之分析結果顯示，臺北市製造業每月排放粒狀物約365公噸，氮氧化物約26公噸，二氧化硫約139公噸，碳氫化合物約510公噸，一氧化碳約10公噸，合計每個月約排放空氣污染物總量約1,050公噸<sup>(8)</sup>。

分析各類工業所排放空氣污染物量，各類空氣污染物之主要排放源如表3所示。

表3 臺北市固定空氣污染源之污染物排放比率

| 粒 狀 物            | 氮 氧 化 物               | 二 氧 化 硫               | 一 氧 化 碳               | 碳 氢 化 合 物           |
|------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|
| 非金屬礦物業<br>(94.9) | 紙 品 業<br>(21.6)       | 紙 品 業<br>(27.3)       | 紙 品 業<br>(41.6)       | 印 刷 出 版 業<br>(33.0) |
| 紙 品 業<br>(2.7)   | 飲 料 及 菸 草 業<br>(16.5) | 飲 料 及 菸 草 業<br>(17.8) | 飲 料 及 菸 草 業<br>(16.0) | 雜 項 工 業<br>(16.8)   |
| 運輸工具製造業<br>(1.1) | 紡 織 業<br>(8.2)        | 非金屬礦物業<br>(14.4)      | 橡 膠 業<br>(10.6)       | 電 力 電 子 業<br>(11.8) |
| 食品及菸草業<br>(0.2)  | 橡 膠 業<br>(8.2)        | 橡 膠 業<br>(9.0)        | 運輸工具製造業<br>(9.1)      | 汽 車 修 理 業<br>(7.7)  |
| 橡 膠 業<br>(0.2)   | 非金屬礦物業<br>(8.1)       | 食 品 製 造 業<br>(8.1)    | 食 品 製 造 業<br>(7.6)    | 運輸工具製造業<br>(7.6)    |

註：( ) 內數字表示該類排放源佔該項固定源污染源排放量之百分率

- 粒 狀 物：主要排放源為非金屬礦物業（包括混凝土拌合、瀝青拌合及磚石等等）紙品業及運輸工具製造業，主要係由製造程序及工廠逸散排放所致。
- 氮 氧 化 物：主要排放源為紙品業、飲料及菸草業、紡織業、橡膠業及非金屬礦物業研究結果顯示。氮氧化物主要係由工廠鍋爐燃油排放廢氣所致。
- 二 氧 化 硫：主要排放源為飲料及菸草業、非金屬礦業、紙品業、橡膠業及食品製造等，亦大多由燃油鍋爐排放廢氣所致。
- 一 氧 化 碳：主要排放源為紙品業、飲料及菸草業、橡膠業及運輸工具製造業，大部份係由燃油鍋爐排放廢氣所致。
- 碳氫化合物：主要排放源為印刷出版業、電力電子學、汽車修理業、運輸工具製造業、金屬製品業及其它雜項工業，分析其排放特性顯示，碳氫化合物排放量主要係由於各項操作程序使用大量有機溶劑，而於製程中揮發排放於大氣中所致，僅有少量係由燃油鍋爐排放廢氣所致。

## 2. 非製造程序使用燃料所排放之空氣污染物總量

臺北市目前之固定空氣污染源除製造業以外，尚有各種消耗、使用能源單位亦會排放空氣污染物，包括一般家庭用戶使用天然氣、液化石油氣，旅館業使用燃油燒熱水，以及中國石油公司各加油站於添加各類燃油時之溢散排放等多項。

依據臺北市建設局之資料顯示七十五年度此四家公司之月平均供氣量分別為：大臺北區瓦斯股份有限公司：14,360,643.5立方公尺、陽明山瓦斯股份有限公司：2,534,057.4立方公尺、欣欣天然氣股份有限公司：419,288.7立方公尺、欣湖天然氣股份有限公司：1,006,376.8立方公尺。配合各種燃料之空氣污染物排放係數即可推估其各項空氣污染物排放量。研究結果顯示使用天然氣及液化石油氣所排放之空氣污染物主要為氮氧化物及一氧化碳，每月分別約排放50公噸及10公噸，粒狀物排放量約7公噸，碳氫化合物及二氧化硫排放量則甚少。

旅館業使用燃油所排放之空氣污染物主要為二氧化硫，每月約120公噸，氮氧化物次之，每月約排放32公噸，其它空氣污染物排放量則較小，合計每月約排放160公噸。

加油站排放空氣污染物主要係於加油時揮發之碳氫化合物，並不考慮車輛排放廢氣之影響。

根據中國石油公司臺北營業總處提供之資料顯示臺北市各加油站每日平均加油量約為汽油1,430.97公秉，柴油179.2公秉，故月平均加油量約為汽油42,929公秉，柴油5,376公秉。因現有之加油站中，部份已設有油氣回收設備，部份則無回收設備。

具有回收設備之加油站，各類油品每月加油總量約27,158公秉，無回收設備之加油站平均每月加油量約21,147公秉，分別乘以排放係數 $1.324\text{公斤}/10^3\text{升}$ 、 $2.164\text{公斤}/10^3\text{升}$ ，所得之碳氫化合物排放總量為81.72公噸／月。而以個別之加油站觀之，碳氫化合物月排放量最高之加油站為6.47公噸／月，最低之加油站為0.33公噸／月，以總排放量除以加油站總數所得之每站平均排放量則為1.74公噸／月。

總計上述各項排放量推估值，可知此類排放源（非製造業因使用燃料）每月所排放之空

氣污染物總量約 311 公噸，個別項目排放量分別為：

粒 狀 物： 13.7公噸／月

氮 氧 化 物： 80.5公噸／月

二 氧 化 硫： 118.6公噸／月

一 氧 化 碳： 12.4公噸／月

碳氫化合物： 86.0公噸／月

### 3. 臺北市固定源空氣污染物排放總量

將臺北市工廠、旅館、加油站、天然氣及液化石油氣燃燒所排放之空氣污染物量逐項相加，即可求得臺北市固定污染源每月空氣污染物之總排放量，結果如表 4 所示。研究結果顯示臺北市固定空氣污染源粒狀物之月排放量約379公噸，其中工廠排放約365公噸，佔排放總量的百分之九十六強，為粒狀物之最大污染源。

臺北固定空氣污染源氮氧化物之月排放總量約 106 公噸，其來源之分配則較為平均，以旅館業排放量 31.7 公噸最多，約佔 30%，其次天然氣燃燒及工廠之排放量分別約佔 28% 及 26%，液化石油氣燃燒之排放最少，僅約佔 18%。

臺北市固定空氣污染源之二氧化硫月排放總量約 243 公噸，其中工廠排放約佔 5%，旅館燃油排放約佔 49%，其餘天然氣及液化石油氣之排放量甚微。

臺北市固定污染源之碳氫化合物月排放總量約 632 公噸，其中工廠排放約佔 86%，大部份皆由於使用有機溶劑所致；其次則由加油站所排放，主要係於加油過程揮發之汽油。其它由於使用燃料而排放之碳氫化合物量則甚少。

臺北市固定空氣污染源之一氧化碳總排放量約 15 公噸／月，其中主要來源為天然氣及液化石油氣之使用，約佔總排放量之 39% 及 25%，其次為旅館業及工廠使用燃油，排放量分別約為 18% 及 17%。

表 4 臺北市固定源空氣污染物排放來源分配表

| 來<br>源    | 污 染 物 |      | 粒 狀 物 |      | 氮 氧 化 物 |      | 二 氧 化 硫 |      | 碳 氢 化 合 物 |      | 一 氧 化 碳 |     |
|-----------|-------|------|-------|------|---------|------|---------|------|-----------|------|---------|-----|
|           | 公 噸   | 百分比  | 公 噸   | 百分比  | 公 噸     | 百分比  | 公 噸     | 百分比  | 公 噸       | 百分比  | 公 噸     | 百分比 |
| 工 廠       | 365.3 | 96.3 | 25.5  | 24.0 | 123.9   | 51.1 | 546.3   | 86.4 | 2.6       | 17.3 |         |     |
| 旅 館       | 7.1   | 1.9  | 31.7  | 29.9 | 118.2   | 48.7 | 0.5     | 0.1  | 2.7       | 18.0 |         |     |
| 加 油 站     | —     | —    | —     | —    | —       | —    | 81.7    | 12.9 | —         | —    |         |     |
| 天 然 氣     | 2.9   | 0.8  | 30.1  | 28.4 | 0.2     | 0.1  | 2.3     | 0.4  | 5.9       | 39.3 |         |     |
| 液 化 石 油 氣 | 3.7   | 1.0  | 18.7  | 17.7 | 0.2     | 0.1  | 1.5     | 0.2  | 3.8       | 25.4 |         |     |
| 合 计       | 379.0 | 100  | 106.0 | 100  | 242.5   | 100  | 632.3   | 100  | 15.0      | 100  |         |     |

臺北市固定源空氣污染物各種來源之貢獻百分比，如圖15至圖19所示。

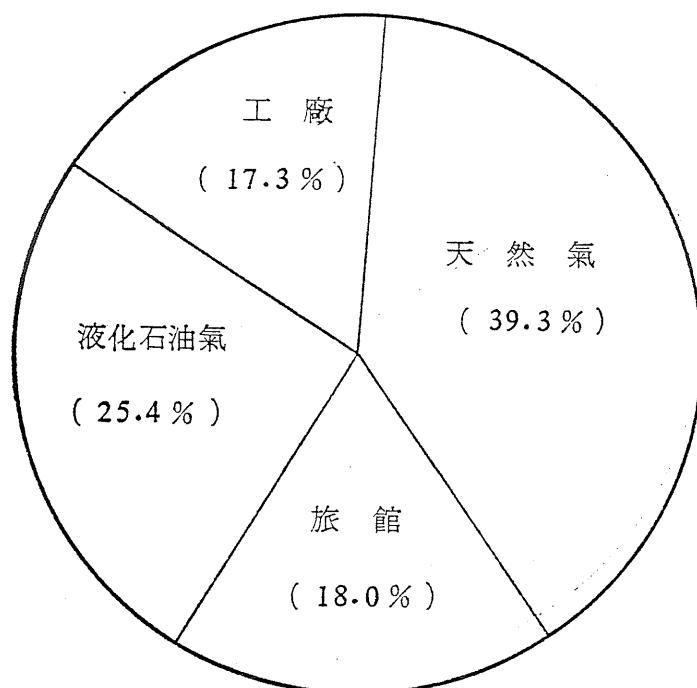


圖15 臺北市固定污染源一氧化碳排放來源

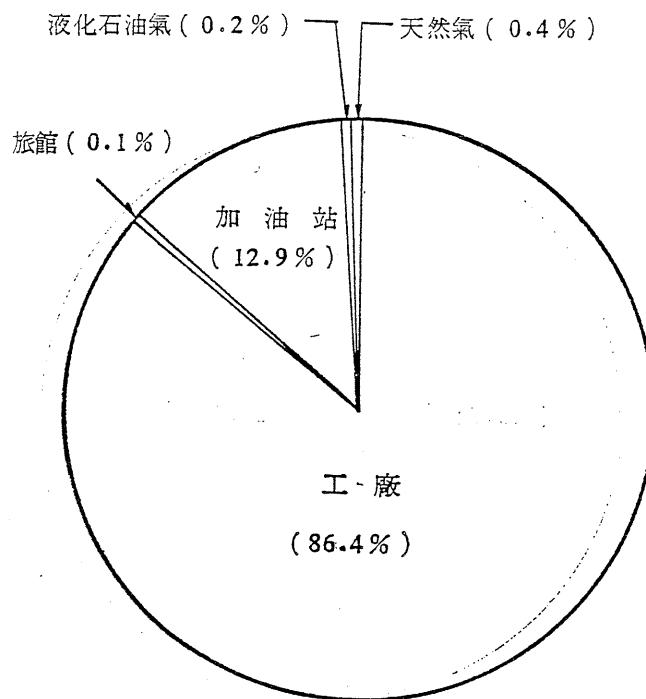


圖16 臺北市固定污染源碳氫化合物排放來源

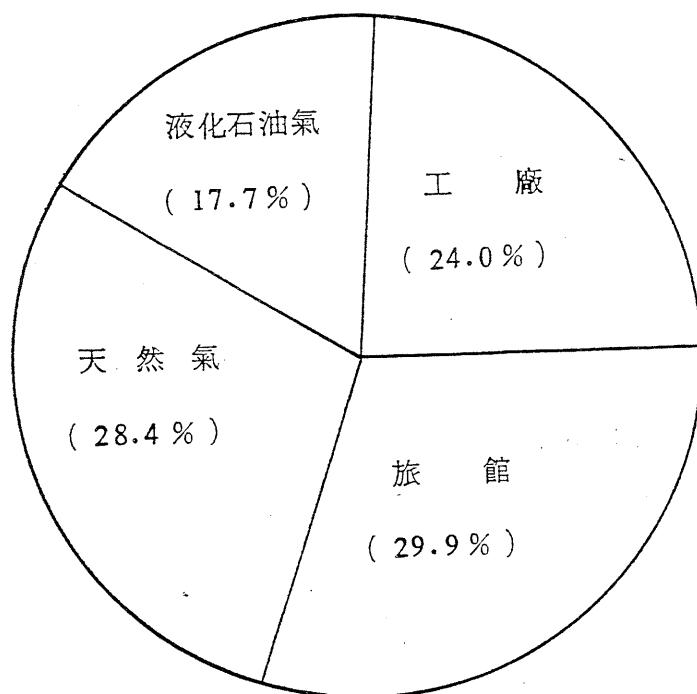


圖17 臺北市固定污染源氮氧化物排放來源

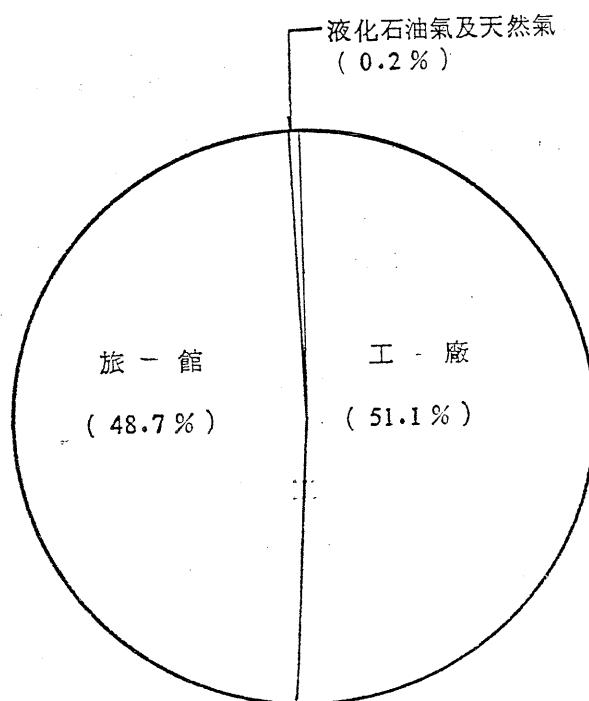


圖18 臺北市固定污染源二氧化硫排放來源

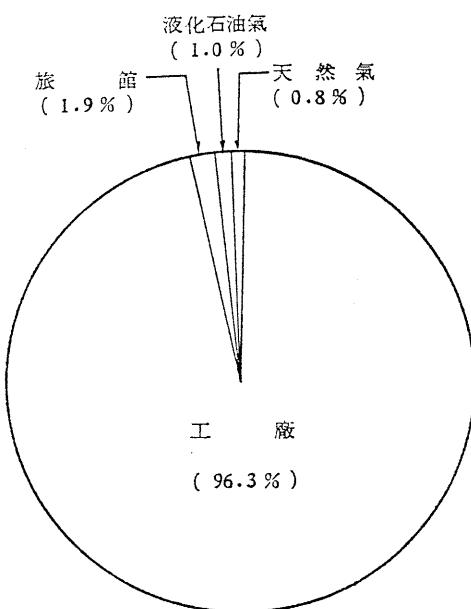


圖19 臺北市固定污染源粒狀物排放來源

## 五、臺北市空氣污染物排放源特性與管制策略分析

### 1. 空氣污染物排放量之來源比例

依據臺北市固定空氣污染源排放量調查分析結果，以及臺北市交通工具排放空氣污染物量，推估臺北市由於交通工具，工業程序及使用燃料，每個月所排放之空氣污染物總量約為38,500多公噸，其中以一氧化碳排放量最大，每月約排放28,500公噸，其次則為碳氫化合物，每月排放量約7,000公噸，依序再次為氮氧化物、粒狀物及二氧化硫，月排放量分別約為2,000公噸、700公噸及300多公噸。

依據各種污染物排放量之來源調查分析結果，如表5所示，臺北市之空氣污染物排放源以交通工具為主，約佔總數量之96%強，其中一氧化碳排放量由交通工具所產生者大於99%，其餘不到1%為固定排放源所產生；氮氧化物排放量由交通工具所產生者約佔94%，其餘6%則由固定排放源所產生；碳氫化合物由交通工具所產生者約佔91%，其餘9%則由固定排放源所產生；硫氧化物排放量由交通工具所產生者約佔42%，其餘58%則由固定排放源所產生。由於微粒物質之排放來源比較複雜，除由交通工具排氣及固定源所排放者外，土木工程施工、材料磨損、土地開挖、燃燒及大氣中污染物凝結生成氣懸膠(aerosol)等，皆可為都市地區之微粒物質排放源，故臺北市微粒物質排放量及排放源之精確資料應進行更深入之探討後始能獲得，唯依據初步研究結果顯示，臺北市每月由交通工具排氣及固定源所排放之微粒物總量約為700公噸，其中由交通工具所產生者約佔45%，其餘55%則由固定排放源所產生。各種空氣污染物之排放源比例如圖20至圖24所示。

表 5 臺北市空氣污染物排放量

| 空氣污染物 | 交通工具排放量<br>(公噸／月) | 固定源排放量<br>(公噸／月) | 合計     |
|-------|-------------------|------------------|--------|
| 氮氧化物  | 1,834<br>(94.5%)  | 106<br>(5.5%)    | 1,940  |
| 二氧化硫  | 173<br>(41.6%)    | 243<br>(58.4%)   | 416    |
| 碳氫化合物 | 6,827<br>(90.9%)  | 632<br>(9.1%)    | 6,959  |
| 一氧化碳  | 28,545<br>(>99%)  | 15<br>(<1%)      | 28,560 |
| **粒狀物 | 317<br>(45.5%)    | 379<br>(54.5%)   | 696    |
| 總 際   | 37,196<br>(96.4%) | 1,875<br>(3.6%)  | 38,571 |

\*\*交通工具排放量僅包含各種汽車及機車之排放量，固定源排放量僅包含工廠、旅館、液化石油氣及天然氣燃燒之排放量。

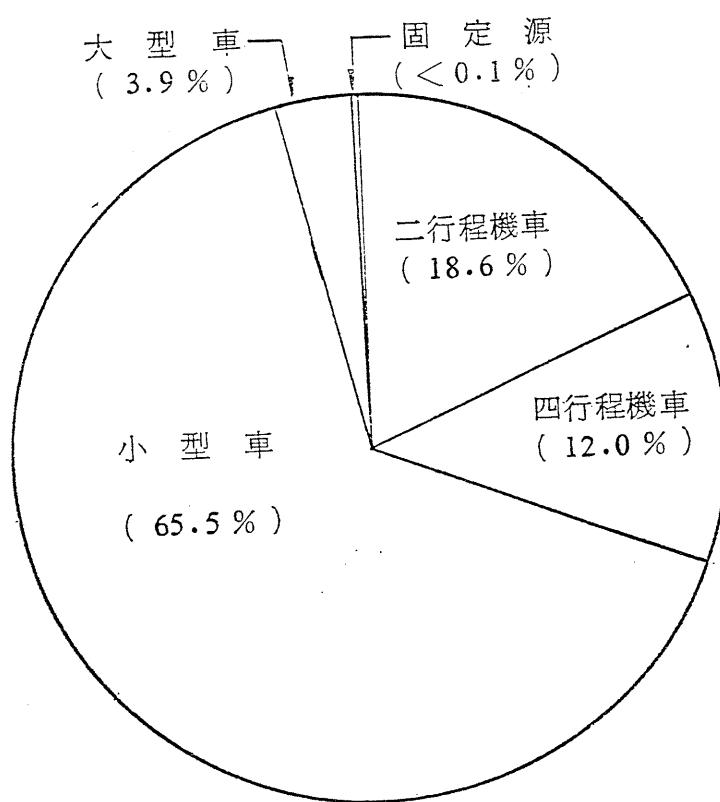


圖20 臺北市一氧化碳排放來源

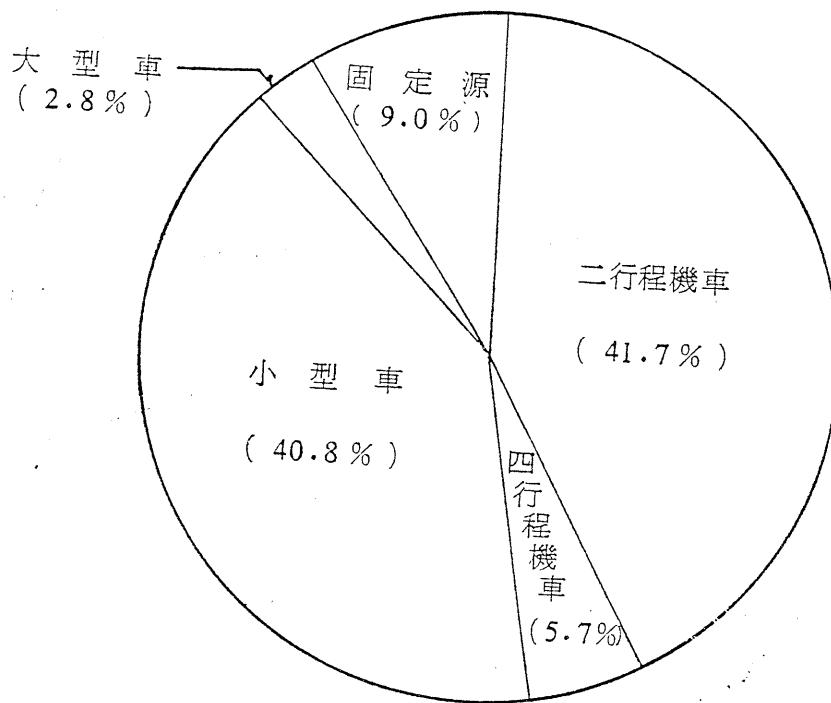


圖21 臺北市碳氫化合物排放來源

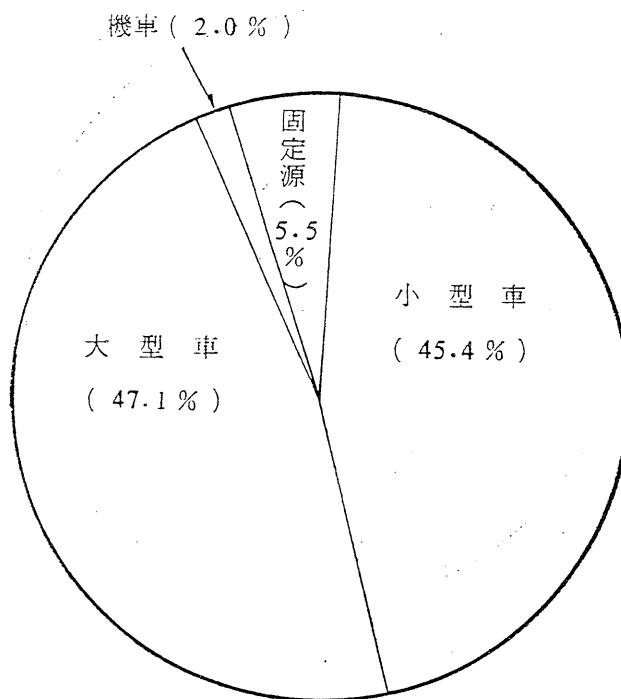


圖22 臺北市氮氧化物排放來源

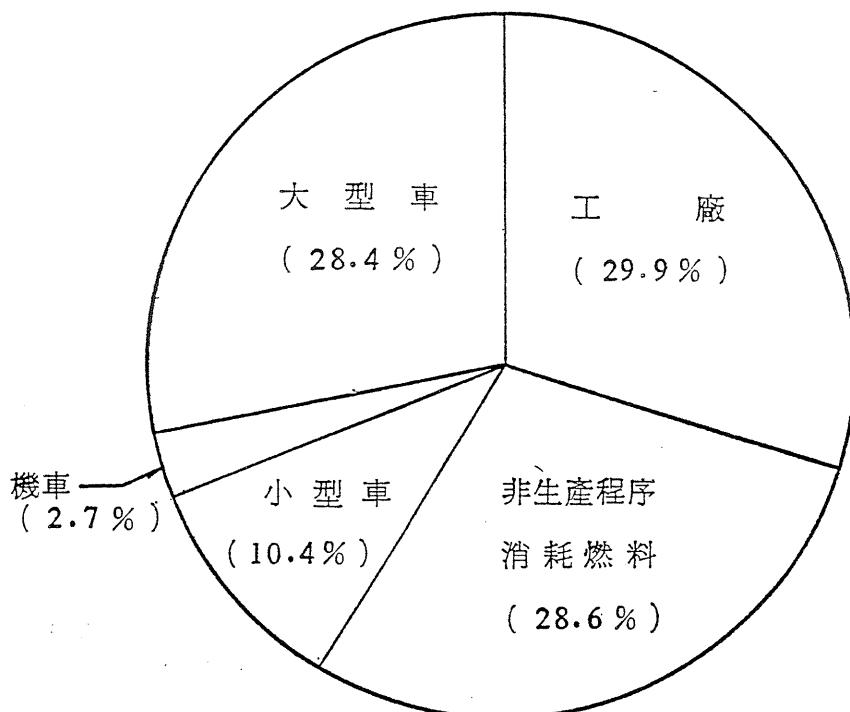


圖23 臺北市二氧化硫排放來源

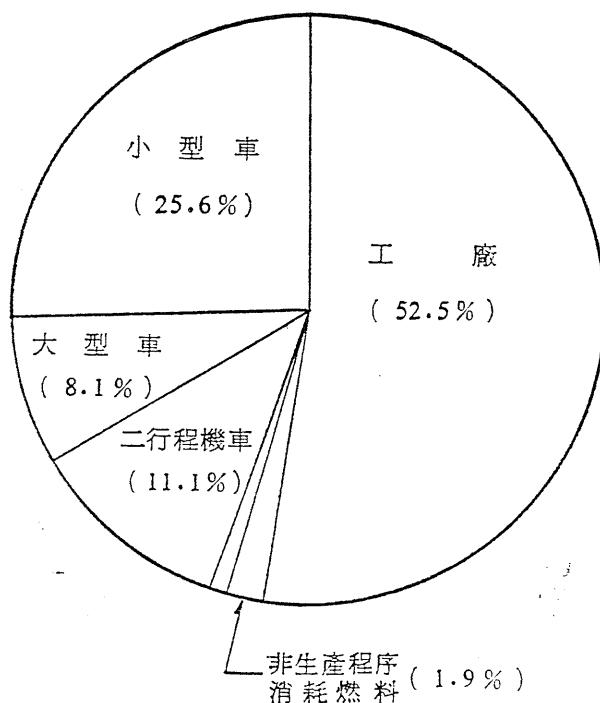


圖24 臺北市粒狀物排放來源

## 2. 空氣污染源管制優先性之分析

基於空氣污染物影響效應之考慮，以現階段中華民國臺灣地區環境空氣品質標準為基準，則臺北市目前排放空氣污染物之管制優先次序應為碳氫化合物、氮氧化物、粒狀物、硫氧化物及一氧化碳，如表 6 所示。

表 6 臺北市空氣污染物相對排放量

| 項<br>污<br>染<br>物<br>目 | 月排放量<br>(公噸) | 百分比<br>(%) | 環境品質標準<br>(ug/nm <sup>3</sup> ) | 相對排放量<br>(公噸/月/ug/m <sup>3</sup> ) | 相對百分比<br>(%) | 嚴重性 |
|-----------------------|--------------|------------|---------------------------------|------------------------------------|--------------|-----|
| 粒 狀 物                 | 696          | 1.8        | 170                             | 4.09                               | 5.4          | ③   |
| 氮 氧 化 物               | 1,940        | 5.0        | 85(0.05ppm)                     | 22.82                              | 30.2         | ②   |
| 二 氧 化 硫               | 416          | 1.1        | 143(0.05ppm)                    | 2.91                               | 3.9          | ④   |
| 碳 氢 化 合 物             | 6,959        | 18.0       | 160(0.24ppm)                    | 43.49                              | 57.5         | ①   |
| 一 氧 化 碳               | 28,560       | 74.1       | 12,500(10ppm)                   | 2.28                               | 3.0          | ⑤   |
| 合 計                   | 38,571       | 100.0      | —                               | 75.59                              | 100.0        | —   |

依據各類空氣污染物排放源之來源比例，並考慮各項空氣污染物相對重要性，可分析各項污染源之管制相對重要性。設所有排放源排放所有空氣污染物之相對量為 100 單位，則各類排放源在整個空氣污染物排放管制策略中之相對重要性如表 7 所示。依排放源型態分類，顯然機動車輛造成之空氣污染為首要之管制對象，其相對重要性約為固定排放源相對重要性

表 7 臺北市空氣污染物排放管制相對重要性

| 污染物<br>排放源        | 碳氫化物  | 氮氧化物  | 粒 狀 物 | 硫氧化物 | 一氧化碳 | 排放源之<br>相對重要性 | 管制優先性 |
|-------------------|-------|-------|-------|------|------|---------------|-------|
| • 固定排放源           | 5.24  | 1.66  | 2.95  | 2.25 | 0.01 | (12.11)       |       |
| 工 廠               | 4.53  | 0.40  | 2.84  | 1.15 | *    | 8.92          | ④     |
| 非生產程序<br>之燃料      | 0.03  | 1.26  | 0.11  | 1.10 | 0.01 | 2.51          | ⑥     |
| 加 油 站             | 0.68  | *     | *     | *    | *    | 0.68          |       |
| • 機 動 車 輛         | 52.29 | 28.53 | 2.46  | 1.60 | 3.01 | (87.89)       |       |
| 大 型 車             | 1.57  | 14.20 | 0.44  | 1.09 | 0.12 | 17.42         | ③     |
| 小 型 車             | 23.43 | 13.73 | 1.38  | 0.40 | 1.97 | 40.91         | ①     |
| 二行程機車             | 24.00 | 0.29  | 0.60  | 0.08 | 0.56 | 25.53         | ②     |
| 四行程機車             | 3.29  | 0.31  | 0.04  | 0.03 | 0.36 | 4.03          | ⑤     |
| 各項污染物之相<br>對重 要 性 | 57.53 | 30.19 | 5.41  | 3.85 | 3.02 | 100.00        |       |
| 管 制 優 先 性         | ①     | ②     | ③     | ④    | ⑤    |               |       |

之 7.3倍，因此，現階段臺北市之空氣品質改善策略應以車輛排氣污染管制為當務之急。

以各項主要排放源之綜合影響效應考慮，則其管制優先次序以小型車、二行程機車、大型車、工廠、四行程機車及非生產程序燃料使用之管制，顯示臺北市為數眾多之自有小型車輛在空氣品質管制策略中之重要性。

以碳氫化合物管制而言，其相對重要性依序分別為二行程機車、小型車、工廠排放（以使用有機溶劑為主）及四行程機車，其中尤以二行程機車及小型車之排放管制更具重要性，其排放總量約佔碳氫化合物排放量百分之八十二強，在所有污染物管制相對重要性分配系統中更佔了約百分之四十七，顯示二行程機車及小型車之碳氫化合物排放管制為目前臺北市空氣污染管制之首要工作。

氮氧化物之管制則為僅次於碳氫化合物之管制要項，其中尤以大型車及小型車為管制重點，兩者排放之氮氧化物在全部管制相對重要性分配系統中高居第三、四順位，約佔百分之二十八相對重要性。

粒狀物、一氧化碳及二氧化硫之管制則不比碳氫化合物及氮氧化物管制之迫切。以粒狀物之管制而言，主要需着重於工廠之排放源及小型車之排放，一氧化碳之管制亦需以小型車為首要管制對象。

綜合各項分析結果顯示，以空氣污染物種類而言，碳氫化合物為首先管制項目，其管制對象以二行程機車與小型車為主，工廠及四行程機車次之；氮氧化物為另一亟待管制之項目，管制對象則以小型車及大型車為主。其它三項空氣污染物之管制迫切性則不比前述二項污染物。綜合各類排放源之影響效應，顯然臺北市目前亟待管制之排放源依序分別為小型車、二行程機車及大型車，其後再為工廠排氣、四行程機車及非生產程序之燃料消耗。

### 3. 空氣污染物排放之減量管制

由於預期未來臺北市之車輛數目及燃油消耗量仍將持續增加，因此，在污染源排放特性未改善之假設條件下，未來之空氣品質勢必由於空氣污染物排放量之增加而日趨惡化。為求確保空氣品質，則空氣污染物排放量應予減量管制。

一般用以推估污染物減量比例之最簡便方法為「反溯模式」（rollback model），或稱「比例模式」（proportional model），其乃假設在局部區域內之空氣品質與空氣污染物排放量呈比例關係，因此，由污染物排放量之減量比例即可推估空氣品質之改善程度，亦可由預期空氣品質改善程度來推估空氣污染物排放量所需減量控制之比例。

Nevers 與 Morris<sup>(1)</sup> 提出反溯模式之數學式如下：

$$R = \frac{g C_{\max} - S}{g C_{\max} - b} \times 100$$

R ≡ 排放減量百分比

g ≡ 成長係數

C<sub>max</sub> ≡ 最高濃度測值

S ≡ 空氣品質標準，或空氣品質目標

b ≡ 背景濃度

以上述方法，若假設至民國八十年之成長係數（以車輛行駛里程推估）為 $1.35^{(7)}$ ，為符合目前所訂定環境空氣品質標準所需達成之空氣污染物減量比例分別為：

碳氫化合物：

$$R = \frac{1.35 \times 1.95 - 0.24}{1.35 \times 1.95 - 0.05} \times 100 = 93\%$$

氮氧化物：

$$R = \frac{1.35 \times 350 - 50}{1.35 \times 350 - 20} \times 100 = 91\%$$

粒狀物：

$$R = \frac{1.35 \times 258 - 210}{1.35 \times 258 - 30} \times 100 = 43\%$$

硫氧化物：

$$R = \frac{1.35 \times 50 - 50}{1.35 \times 50 - 20} \times 100 = 37\%$$

亦即若欲達到各種空氣品質之目標：碳氫化合物： $0.24\text{ppm}$ ，氮氧化物： $0.05\text{ppm}$ ，粒狀物： $210\text{ug/nm}^3$  及硫氧化物： $0.05\text{ppm}$ ，則其污染物排放量各需減少 $93\%$ 、 $91\%$ 、 $43\%$ ，及 $37\%$ 。由此推估結果與污染物相對排放量結果比較可知，臺北市之空氣污染物排放管制宜以碳氫化合物及氮氧化物為首要之管制對象。

## 六、結論

都市地區由於人口集中，車輛數目極多，因而其空氣品質之維護乃極其重要之施政目標。本研究旨在探討都市地區空氣污染排放源之結構特性，以建立推估空氣污染物排放量組成之系統，並配合空氣品質管制策略之理念，冀期建立評估各類污染物及排放源在管制對策系統相對重要性之架構，以供決策者能據以採取有效之管制對策，達成空氣品質管理之目標。

依據以臺北市為探討對象進行所得之結果，可獲致以下之結論：

1. 臺北市目前各類空氣污染物之月排放總量約 $38,000$ 多公噸，尤其由各類交通工具排放者約佔 $96\%$ 強，由工業程序及其它排放源所產生者約佔 $4\%$ 。
2. 分析各項空氣污染物排放量比例顯示，一氧化碳排放量最大，約佔 $74\%$ ；碳氫化合物次之，約佔 $18\%$ ；再次依序分別為氮氧化物、粒狀物及二氧化硫，分別佔總排放量之 $5\%$ 、 $2\%$ 及 $1\%$ 。
3. 分析各項污染物排放來源結構顯示，一氧化碳主要係由交通工具排放所致，佔 $99\%$ 以上；碳氫化合物及氮氧化物主要亦由交通工具排放所致，分別約佔 $91\%$ 及 $95\%$ 。粒狀物及二氧化硫主要則由工業程序及燃料消耗所致，分別約佔排放量之 $58\%$ 及 $55\%$ ，由交通工具所排放之比例僅分別佔 $42\%$ 及 $45\%$ 。
4. 基於空氣污染物對人體健康危害評估之着眼點，以現階段臺灣地區環境空氣品質標準為依據，分析臺北市目前各類空氣污染物管制相對重要性顯示，碳氫化合物應為當前首要之管制對象，其次則為氮氧化物，再次依序分別為粒狀物、二氧化硫及一氧化碳。

5. 綜合各項空氣污染物之影響效應，評估現階段臺北市各類空氣污染物排放源之管制優先性，顯示小型車為目前首需管制之對象，其次依序則為二行程機車、大型車、工業生產程序、四行程機車，及非生產程序之燃料消耗。唯此項管制優先性評估係以全臺北市整體空氣品質改善目標為着眼點，對局部區域性空氣污染之管制仍需視個別條件而採取適切之對策。

6. 以反溯模式為基準，欲達成現階段環境空氣品質標準之目標，目前臺北市應大幅減少各項空氣污染物排放量，其中碳氧化合物需減少93%，氮氧化合物需減少91%，粒狀物需減少43%，硫氧化物需減少37%。

### 誌謝

本研究承蒙臺北市政府環境保護局提供研究計畫經費，並支援各項採樣調查工作，於此敬表謝意。此外，承各有關單位提供相關資料，於此亦併同表示謝忱。

### 參考文獻

1. Arthur C. Stern, "Air Pollution, Vol. V, Air Quality Management", 大學圖書出版社（七十二年）。
2. Arthur C. Stern "Air Pollution, Vol. III, Measuring, Monitoring and Surveillance of Air Pollution", 大學圖書出版社（七十二年）。
3. 衛生署環境保護局（現已改制為環境保護署）公佈資料（七十四年）。
4. Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Vol. I. Stationary Point And Area Sources USEPA (1985).
5. 鄭福田、蔡俊鴻，區域性空氣污染物排放總量估計手冊，臺灣大學環境工程研究所研究報告（七十三年）。
6. 經濟部能源委員會，臺灣地區運輸部門能源消費調查報告，第 I ~ IV 冊（七十四年）。
7. 鄭福田、蔡俊鴻，臺北市非點源空氣污染排放特性調查研究，臺灣大學環境工程學研究所研究報告（七十五年）。
8. 鄭福田、蔡俊鴻，臺北市固定空氣污染源調查及其對空氣品質影響之研究，臺灣大學環境工程學研究所（七六年）。