

行政院國家科學委員會研究計畫成果報告

計畫編號：NSC 87—2341—b039—021

執行期限：86 年 8 月 1 日至 87 年 7 月 31 日

主持人：郭憲文 中國醫藥學院環境醫學所

中文摘要

本研究之目的在於瞭解台中都會區主要幹道通勤者所暴露到的揮發性有機物質的濃度，且可作為環保單位防治都會型空氣污染之重要依據。本研究之採樣與分析方法係參考美國環保署公告 TO-17 方法，並依各種品管步驟，進行台中都會區六條主要道路（中港路、大雅路、文心路、北屯路、國光路、復興路）及四個時段 VOCs 濃度之測定。並且也監測個人室內暴露 VOCs 之情形，最後以機汽車通勤者及室內暴露苯濃度估算其致癌危險性。

結果顯示台中市通勤者所暴露到的空氣中 VOCs 主要化合物為 benzene、1-heptene、n-heptane、toluene、ethylbenzene、m,p-xylene、o-xylene 及 isopropylbenzene。除 1-heptene 物質外各化合物濃度間皆有統計上之相關性；在機汽車通勤暴露方面，台中市六個主要路段中，以大雅路其總 VOCs 量最高；而 VOCs 化合物濃度之分佈，各路段皆以 toluene 最高，benzene 次之，isopropylbenzene 最低。而通勤時段的比較上，顯示早上尖峰 7:30-8:30 及晚上尖峰 17:00-18:00 VOCs 濃度較高，下午 2:00-3:00 濃度較低，機車通勤暴露的 Toluene : Benzene : Xylene : Ethylbenzene 比值為 5.7 : 2 : 2.6 : 1，汽車則為 5.5 : 2.1 : 2.6 : 1；顯示台中都會區之 VOCs 污染多來自移動性機汽車為主。

另在室內 VOCs 調查研究發現，在抽菸與非抽菸之兩組中，不論在辦公室或住家內抽煙組的 VOCs 濃度暴露，皆高於非抽菸組，濃度分佈上亦 toluene 濃度最高，m,p-xylene 次之。根據空氣中苯的致癌危險性評估，顯示上班族因通勤而暴露空氣中 benzene 的致癌危險性，以平均值的致癌風險率，在機車組為 4.92E-05，較汽車組的 4.01E-05 為高；至於在室內 VOCs 的暴露方面，抽菸組的辦公室及住家致癌危險率分別為 3.52E-05 和 4.90E-05；也比非抽菸組的 2.76E-05 及 4.01E-05 為高。而因上班過程(包括通勤及辦公室)中，benzene 的平均值致癌危險率，騎機車為 7.68E-05，開自用車為 6.78E-05。整體而言，機車通勤者的致癌危險率大於汽車組；室內空氣方面抽菸組大於非抽菸組。本研究結果顯示台中都會型空氣中 VOCs 濃度高於其他國家之都市，但略低於台北市之濃度。因此我國環保單位更應積極改善都市型空氣污染之嚴重度，並降低對人體健康之危害度。

關鍵詞：揮發性有機物質、通勤者、危險性評估、台中市

Abstract

The objective of this study is to investigate the commuter exposed to concentrations of VOCs at six main roads during four time periods and also estimated

the risk regarding to exposure of benzene based on exposure assessment. The sampling and analytical method was taken from method 17 certified by U.S. EPA. Strictly procedure of quality control was performed and measured concentration of VOCs in six main roads and four time periods. VOCs concentrations of indoor air both smoking and non-smoking were determined.

Results indicated the eight compounds of VOC was determined as following benzene, 1-heptene, n-heptane, toluene, m,p-xylene, ethylbenzene, o-xylene and isopropylbenzene. Both of VOCs concentration were shown significant correlations except 1-heptene. Commuter exposed to VOCs was found the highest concentration in Ta-Yai road. The highest concentration to toluene in Taichung city was found, following by benzene and lowest in isopropylbenzene. Time of morning and evening during commuting period had higher VOCs concentration, lowest in afternoon at p.m. 2.00-3.00. Ratios of BTEX (benzene:toluene:ethylbenzene:xylene) with 5.7:2:2.6:1 in motorcycle and with 5.5:2.1:2.6:1 in car were indicated that concentration of VOCs mostly from mobile sources. Comparison of VOCs concentration in houses between smoking and nonsmoking showed a higher concentration to office and family in smoking area. Risks of exposure to benzene in commuter were measured to be 4.92E-05 with motorcycle and 4.01E-05 with car, respectively. Risks of exposure to benzene in office and house with 3.52E-05 and 4.90E-05 in smoking area and of 2.76E-05 and 4.01E-05 in nonsmoking area were found. Average risks of exposure to benzene during commuting and in office was respectively 7.68E-05 with motorcycle and 6.780E-05 with car in Taichung city. VOCs concentration was higher than other country cities but slightly lower in Taipei city. The author suggested that the effective control strategy of air pollution in metropolitan for Taiwan EPA should greatly promoted and then reduced the risk of developing the cancer and other abnormalities due to VOCs.

Key words: VOCs, commuter, risk assessment, Taichung city

緣由

揮發性有機化合物(VOCs)之分子量較小，有沸點低，易揮發之特性，因此在工業界經常被大量使用為原料及溶劑，而環境中的揮發性有機化合物主要來源為石化業的石油逸散或滲漏，化學工廠及汽機車排放的廢氣^[1]。依據我國行政院環境保護署民國 84 年的統計資料，得知台灣地區許可設立的公私立加油站共有 1245 家，地下儲油槽約有 4866 座，其儲油槽超過 10 年者約佔 8%；依據美國評估報告顯示加油站使用年限超過 10 年的地下儲槽有 71%會發生滲漏^[2]。另一值得注意的是逸散至空氣中的揮發性有機物質的量亦可能增加，由於台灣地區通勤者之通勤方式多以機動車輛為主，估計台灣地區目前機動車輛超過 1500 萬輛，不但增加加油站及汽油的需求量，VOCs 排放至大氣中的量也佔有相當比例，此現象以都會區更為嚴重，且 VOCs 亦會對人體產生健康危害，如長期暴露於 VOCs 下會導致呼吸系統造血系統和肝腎的慢性病變，甚至有致癌的可能，實應重視之。

空氣污染一直是台灣地區長期而嚴重的環保問題，尤其在通勤者暴露在上下班尖峰時段，雖然通勤時間較短，但其暴露於汽機車排放出之 VOCs 濃度卻很高^[37]。根據詹氏^[3, 17]對台北市通勤者暴露 VOCs 中苯濃度，結果在學生族群搭乘公車平均為 173ug/m³，騎機車為 397.7ug/m³，而在上班族群則分別為 160ug/m³ 及 370.6ug/m³，約為西方城市濃度的 2-30 倍，其中騎機車是 7-40 倍。且室內的 VOCs 濃度皆較通勤時為低；估計學生為因通勤暴露量而罹患癌症之危險性為 $7.5 \times 10^{-6} \sim 1.8 \times 10^{-5}$ 。

由於台中都會區特性類似於台北市，即人口密集，汽機車密度較高且地理位置屬於盆地形態，對於通勤者暴露於 VOCs 濃度及危險性尚無研究報告。應及早建立台中都會區內 VOCs 濃度，以作為環保機關防治台中都會區空氣污染之問題。

研究目的

- (一) 了解台中都會區各主要路段，通勤者暴露空氣中揮發性有機化合物之濃度
- (二) 比較台中都會區六條通勤路段及不同時段的 VOCs 濃度差異
- (三) 比較台中都會區兩種不同通勤方式之 VOCs 暴露差異
- (四) 評估台中都會區不同方式通勤者暴露空氣中苯之致癌危險性
- (五) 作為日後環保機關防治台中都會區空氣污染之參考

材料與方法

本研究的分析方法係根據美國環保署(US EPA)所公佈之 TO-17 的標準分析方法^[31]按實際情形加以修正而成，用以分析空氣樣本中的揮發性有機化合物，並利用熱脫附儀(Automatic Thermal Desorption)將之脫附，再導入氣相層析儀/質譜儀(GC/MS)中做定性與定量分析。

(一)採樣對象

係針對台中都會區主要與附近鄉鎮聯絡之六條道路：附圖六及附表六

中正路(中港路)-台中市連接台中縣內之台中港

大雅路(中清路)-台中市連接中清交流道及台中縣清水鎮及大甲鎮

文心路(東山路)-台中市連接大坑、台中東勢鎮

北屯路(三民路)-台中市連接台中縣潭子鄉及豐原市

國光路(林森路)-台中市連接台中縣大里市及南投縣中興新村與南投縣

復興路-台中市連接大肚鄉、烏日鄉及彰化市

採樣裝置以一不鏽鋼管(長 9 公分，內徑 0.5 公分)填充 0.2 克的固體吸附劑(carbopack B)製成採樣管，並連接一低流量的採樣幫浦，採樣流速控制在

67ml/min。利用工讀生騎機車、開自用車進行採樣，每條路段均採四個時段，分別為 7：30-8：30、14：00-15：00、17：00-18：00 及 21：30-22：30，每個時段內皆採去、回程各一個樣本，為求採樣之一致性，機車騎士騎車之車速控制在 30-40Km/hr 左右，而汽車採樣者則關窗開空調的方式下進行採樣，採樣吸附管皆掛在呼吸帶區內，以模擬個人的實際暴露情形；以此估計兩種交通工具在通勤過程中暴露 VOCs 的濃度。

在室內 VOCs 採樣方面，針對抽煙及非抽煙兩組對象，各 4 個樣本，分別採辦公室及住家的室內空氣，採樣流速控制在 30ml/min，採樣時間方面：在辦公室早上 9：00 至 13：00，13：00 至 17：00 兩時段；而在住家方面，晚上 18：00 至 24：00，24：00 至早上 7：30 為其採樣時段，藉此評估個人在室內暴露空氣中 VOCs 的情形。

1. 現場採樣之步驟

* 將採樣幫浦安裝固定於採樣人員上

* 開啟運轉 3-5min，穩定熱機

* 接上熱脫附採樣管

* 採樣後立即密封

2. 樣品的管制

* 採集時，由採樣人員填寫現場採樣記錄表，並運送至實驗室內

* 至實驗室後，由送樣人與計畫品保人員交接，由品保人員在現場採樣記錄表上簽名「並填寫收入樣品記錄表(如附表八)，及樣品追蹤記錄，並將樣品存入 4°C 樣品冰箱中儲存，並記錄之。日後樣品進出冰箱，均須記錄。

3. 資料處理

所有實驗數據均以 Excel 建檔，再以 SAS/PC+6.04 版進行統計分析，其方法包括路段及車種之變異數分析 (F 檢定)，及各分析物種間之相關矩陣分析，分析結果再以 Excel 7.0 版中文版製作圖表。

結果與討論

表一說明台中市六條路段機車通勤者暴露於揮發性有機化合物濃度之情形。比較總 VOCs 的平均濃度可以得知，大雅路的濃度最高為 1343 $\mu\text{g}/\text{M}^3$ ，其次為北屯路 1235 $\mu\text{g}/\text{M}^3$ ，中港路居三為 0873 $\mu\text{g}/\text{M}^3$ ，最低者為文心路 627 $\mu\text{g}/\text{M}^3$ ，又以 VOCs 化合物的種類來看，六條路段中均以 toluene 濃度最高，其次為 Benzene 及 m,p-xylene，濃度最低者為 1-heptene 及 Isopropylbenzene，但由其濃度之標準差得知，濃度之變異性在六條路段均大，其中以 toluene 的變異性最大。由六條路段各次採樣 VOCs 之濃度來比較，以北屯路有一個 toluene 濃度最高的樣本為 1269 $\mu\text{g}/\text{M}^3$ ，其次為大雅路 1232 $\mu\text{g}/\text{M}^3$ ，文心路最低 562 $\mu\text{g}/\text{M}^3$ ；在 Benzene 之濃度，則以大雅路 409 $\mu\text{g}/\text{M}^3$ 最高，其次為復興路 384 $\mu\text{g}/\text{M}^3$ ；其中 VOCs 濃度越高者，其濃度變化情形也較大些。不過經由 F 檢定得知，六條路段 VOCs 濃度並無統計上的差異，顯示機車通勤者在六條路段

所暴露到的 VOCs 濃度是類似的。

表二為台中市四個時段機車通勤者暴露 VOCs 濃度之比較，四時段為早上尖峰 7:30-8:30，下午離峰 14:00-15:00，尖峰 17:00-18:00，晚上尖峰 21:30-22:30，其中早上 7:30-8:30 總 VOCs 量最高為 $1515\mu\text{g}/\text{M}^3$ ，其次為下午 17:00-18:00 為 $999\mu\text{g}/\text{M}^3$ 及晚上 21:30-22:30 為 $865\mu\text{g}/\text{M}^3$ ，濃度最低者為下午 14:00-15:00 離峰時間，濃度為 $604\mu\text{g}/\text{M}^3$ ；在比較個別 VOCs 濃度，最高值亦以 toluene 濃度最高，Benzene 次之，Isopropylbenzene 和 1-heptene 最低，以平均值來比較，toluene、Benzene、Ethylbenzene 及 m,p-xylene 均以早上 7:30-8:30 濃度最高，下午 14:00-15:00 最低，以濃度比值來看尖峰/離峰之比值約 2.4~2.8 倍間，平均約 2.6 倍。且再經 F 檢定，可以得知除了 1-heptene 及 Isopropylbenzene 外，其各物質在四個時段濃度的分佈皆有統計上之差異。

表三顯示台中市六條路段汽車通勤者暴露於 VOCs，就路段總 VOCs 平均濃度而言，結果與機車通勤者相類似，仍以大雅路在總 VOCs 濃度方面最高為 $2149\mu\text{g}/\text{M}^3$ ，其次為中港路 $849\mu\text{g}/\text{M}^3$ ，最低者為復興路 $443\mu\text{g}/\text{M}^3$ 。各種 VOCs 化合物之中仍以 toluene 最高，Benzene 其次，1-heptene 及 Isopropylbenzene 濃度最低；在各物質濃度之變異情形方面，濃度越高者其相對變異亦較大，其中以 toluene 變異最大，最高濃度可高達 $1175\mu\text{g}/\text{M}^3$ ，位於大雅路段，最低則為復興路 $181\mu\text{g}/\text{M}^3$ 。Benzene 的濃度，也以大雅路最高，濃度為 $485\mu\text{g}/\text{M}^3$ ，其次為文心路 $180\mu\text{g}/\text{M}^3$ ，最低者為復興路，濃度為 $65\mu\text{g}/\text{M}^3$ ，其他物質則依平均濃度而有所差異，其中以 Isopropylbenzene 濃度最低，變異情形也較其他 VOCs 化合物為小。在經由 F-test 檢定後可得知，其情形剛好與機車通勤結果相反，在汽車通勤者來說，其除 1-heptene 外，其他 VOCs 化合物在不同的路段皆有顯著統計上之差異。

表四為台中市四個時段汽車通勤者暴露 VOCs 濃度之比較，結果顯示，汽車通勤者暴露到 VOCs 總量，以下午尖峰時段 17:00-18:00 濃度最高為 $1071\mu\text{g}/\text{M}^3$ ，其次為早上尖峰時段 7:30-8:30，濃度為 $982\mu\text{g}/\text{M}^3$ ，最低者以下午 14:00-15:00 濃度為 $772\mu\text{g}/\text{M}^3$ ；各種 VOCs 化合物濃度的分佈，以 toluene 最高，其次為 benzene，1-heptene 及 Isopropylbenzene 濃度最低，各化合物濃度變異性與機車通勤者 VOCs 暴露相似，以 toluene 濃度變異最大，Isopropylbenzene 最小；toluene 以早上 7:30-8:30 濃度最高為 $1175\mu\text{g}/\text{M}^3$ ，其次為下午 17:00-18:00 為 $1116\mu\text{g}/\text{M}^3$ ，最低者以晚上 21:30-22:30， $864\mu\text{g}/\text{M}^3$ ，而 Benzene 的濃度變化趨勢與 toluene 類似。但經 F 檢定後並無統計上的差異。

表五為台中市機、汽車通勤者所有 VOCs 暴露樣本綜合比較可看出，在總 VOCs 量兩種車種之通勤者暴露濃度，以機車濃度略高為 $1009\mu\text{g}/\text{M}^3$ ，汽車為 $906\mu\text{g}/\text{M}^3$ 。就各 VOCs 化合物濃度分佈比較，兩者皆以 toluene 暴露量最高，benzene 次之，Isopropylbenzene 最低。各化合物濃度變異性方面，兩種車種均以 toluene 的變化較大，其次為 benzene，Isopropylbenzene 最低。整體而言，就平均值比較，機車通勤者暴露到 VOCs 濃度均較汽車略高，但經 F 檢定後發現，除了 1-heptene 及 m,p-xylene 兩化合物外，其餘皆無統計上的差異。

表六為抽煙及非抽煙室內空氣中 VOCs 濃度之比較，可看出抽煙組在辦公室及住家的 VOCs 濃度，均較非抽煙組在辦公室及住家為高。室內各種 VOCs 化合物濃度分佈，以 toluene 最高，其次為 m,p-xylene，benzene 次之，

Isopropylbenzene 最低。若以辦公室與住家比較，在抽煙組與非抽煙組，辦公室的 VOCs 濃度均較住家內 VOCs 濃度高。

表七、表八表示台中市機、汽車通勤者所暴露到各 VOCs 之相關性比較，在機車通勤者暴露，除了 1-heptene 及 Isopropylbenzene 外，其餘各 VOCs 化合物間皆有高度的相關性，P 值皆小於 0.01。而在汽車通勤者所暴露到各 VOCs，其結果與機車相似，但汽車通勤者的相關性有略高些之趨勢。

表九比較台中市上班族因通勤暴露空氣中 benzene 的致癌風險評估，在只考慮上下班兩時段，7:30-8:30 及下午 5:00-6:00，可以發現致癌風險的中間值為 2.94E-05 至 4.77E-05 之間。以平均濃度來看，騎機車者的致癌風險大於汽車。表十為台中市抽菸及非抽菸室內暴露到空氣中 benzene 之致癌風險，顯示其不論在辦公室或住家內，抽菸組的致癌風險均較非抽菸組高。另表十一顯示上班族(非抽菸)在上班時間(包含通勤及在辦公室內)暴露空氣中 benzene 的致癌危險率，可看出致癌風險的中間值開車者為 5.01E-05，騎機車者為 6.84E-05，以騎機車者風險較汽車通勤者為高。

結論與建議

1. 由台中市通勤者暴露空氣中 VOCs 濃度分析顯示，台中市通勤者所暴露到的主要 VOCs 化合物為 benzene、1-heptene、n-heptene、toluene、ethylbenzene、m,p-xylene、o-xylene 及 isopropylbenzene，且除 1-heptene 外各化合物間皆有明顯相關性；在機車通勤暴露方面，台中市六個主要路段中，以大雅路的總 VOCs 平均量最高，其次為北屯路；比較各種 VOCs 濃度，各路段皆以 toluene 最高，benzene 次之；而在通勤時段上，以早上尖峰 7:30-8:30 及晚上尖峰 17:00-18:00 VOCs 濃度最高，下午 2:00-3:00 VOCs 的濃度較低。
2. 在不同通勤方式下，所暴露到 VOCs 的種類是一樣的，濃度則有明顯上差異，但除 1-heptene 及 m,p-xylene 兩種 VOCs 化合物外，其餘皆未達統計上的差異。在兩種通勤模式下以平均值來看，兩者 VOCs 化合物濃度的分佈，仍以 toluene 濃度最高其次為 benzene，最低者為 isopropylbenzene，而 Toluene : Benzene : xylene : Ethylbenzene 比值，機車組為 5.75 : 2.0 : 2.6 : 1；汽車通勤者為 5.5 : 2.1 : 2.6 : 1。
3. 在室內 VOCs 調查研究發現，在抽菸與非抽菸之兩群中，不論在辦公室或住家內其 VOCs 濃度，抽菸組皆高於非抽菸組，濃度分佈上以 toluene 濃度高，m,p-xylene 次之。
4. 針對空氣中苯的致癌危險性評估，本研究僅以單一暴露途徑，暴露量，就是從空氣中直接吸入，並假設個體間所有的生理學變數，如呼吸率、性別、代謝率及所有活動都無差異；結果顯示上班族因通勤暴露空氣中 benzene 的平均值的致癌風險率，在機車組為 4.92E-05，在汽車組為 4.01E-05；在室內空氣方面，抽菸組辦公室及住家分別為 3.52E-05, 4.90E-05；在非抽菸組方面為 2.76E-05 及 4.01E-05。而因上班過程(包括通勤及辦公室)中，benzene 的平均值致癌危險率，騎機車為 7.68E-05，開自用車為 6.78E-05。整體而言，機車通勤者的致癌危險率大於汽車組；室內空氣方面抽菸組大於非抽菸組。

建 議

- 1.上班通勤者暴露空氣中 VOCs 的濃度，雖說暴露時間短，但所暴露的濃度卻是非常高的，因此宜定期做長期的追蹤監控，瞭解其變化之趨勢，如此才能真正評估一個人的真實暴露情形。
- 2.從此次研究發現，台中市民在通勤過程中，所暴露的 VOCs 濃度相當高，推知大都來自交通車輛排放所致，因此為改善現況，應嚴格管制汽機車排放 VOCs(如二行程機車的改良或禁用)，提昇油品的品質，降低其中芳香族化合物的含量，或尋找替代燃料(如電動車、瓦斯車的使用)；最後大眾運輸系的建立，也是當務之急，如此便可減少車輛的數目，相形之下，可減少 VOCs 的排放。
- 3.近幾年來室內空氣的品質漸受到重視，原因在於一個人在正常活動情形下，約 80%以上的時間都待在室內，因此室內污染情形也不容忽視；本次所使用之採樣管，亦可以被動方式大量應用至室內採樣上，除可節省時間與精力，對於受測者較簡易方便。
- 4.政府相關單位應儘快建立起本土性的資料，並加以整合，如此在評估危險性時，才能準確的估計民眾的風險性有多大，而不是只引用外國的資料來評估。

計畫成果自評

- 1、台中市民在通勤過程所暴露的 VOCs 濃度相當高，推知大都來自交通車輛排放所致遠較其他都市為高。因此政府為改善現況，應嚴格管制汽機車排放 VOCs(如二行程機車的改良或禁用)，提昇我國油品的品質，降低其中芳香族化合物的含量，或尋找替代燃料(如電動車、瓦斯車的使用)；最後大眾運輸系的建立，也是當務之急。
- 2、未來對室內空氣的品質應特別重視，一個人約有 80%以上的時間都待在室內，因此室內污染情形也不容忽視，除上班通勤者暴露空氣中 VOCs 的濃度外，室內空氣中 VOC 宜定期做長期的追蹤監控，瞭解其變化之趨勢，如此才能真正評估一個人的真實暴露情形

參考文獻

- (1)Wallace L. (1996) Environmental Exposure to Benzene: an update. Environmental Health perspectives.14(6):1129-1136.
- (2)鄭雙幅、業桂君、黎建文等人，油污染廠址土壤現場分析方法之建立，第十一屆廢棄物處理技術研討會論之集，民國 85 年 11 月。
- (3)Chan CC, Lin SH, Her GR. (1994) Office worker's exposure to volatile organic compound, while commuting and working in Taipei city. Atmos Environ.28(14):2351-9.
- (4)劉國棟，揮發性有機化合物管制趨勢展望，工業污染防治，1993;48:15.
- (5)樓中基.飲用水中有機物(含揮發性有機物)管制項目及管制標準之合理性分析.行政院環保署期末報告，民國 84 年 5 月。

- (6)詹長權，林守香，何國榮(1996).大氣中揮發性有機化合物以 Tenax 吸附採樣 GC/MS 分析方法之探討.CHEMISTRY 51(3)：273~286.
- (7)台中市環境保護局.空氣品質改善維護計畫之執行追蹤檢討.民國 85 年.
- (8)Wadden R A(1986).Source discrimination of short-term hydrocarbon samples measured Alote.E.S.&T.;20:473-83.
- (9)Edwards WC.VOC emissions from majior organic chemical plants in canada. The 84th Annual Meeting and Exhibition of the Air & Waste Management Association (1991) Vancouver, B.C. Canada.
- (10)Karas J. San Francisco Bay Area Marine Tanker Emission control.83rd Annual Meeting &Exhibition of Air&Waste Management Assoc. (1996) Pittsburgh, pennsivania,USA.
- (11)謝祝欽等人.加油站大氣中 VOCs 逸散影響之研究.第十三屆空氣污染控制技術研究會論文專輯.民國 85 年 11 月.
- (12)賈文節，劉希平.油氣回收對加油站員工有機氣體暴露之影響，1997 年暴露評估技術研討會.民國 86 年 10 月.
- (13)Periago JF, Zannbudio A, Prado C (1997).Evaluation of environmental levels of aromatic hydrocarbons in gasoline service stations by gas chromatography, J. Chromatography A. 778:263-268.
- (14)Harkov R(1983).Measurement of selected volatile organic compounds at three location in New Jersey during the summer season JAPCA 33(12):1177-83.
- (15)Levaggi DA. Gasous toxics monitoring in the San Francisco Bay. Area. A Review and assessment of four years of data. The 84^h Annual Meeting and Exhibition of the air&waste Management Asso. (1991) Vancouver,B.C.
- (16)台中市環境保護局.有害空含揮發性有機污染物資料庫之建立及管制計畫.民國 86 年 2 月.
- (17)Chan CC, Lin SH, Her GR (1993). Stucnent's Exposure to volatile Organic Compounds while Commuting by Motorcycle and Bus in Taipei City. Air waste Manage. Assoc 43:1231-1238.
- (18) Wallace LA(1987). The Total Exposure Assessment Methodology (TEAM) study. U.S. E.P.A.
- (19)蔡俊鴻.石化工業區附近大氣環境中之揮發性有機污染特性與影響分析 (2).NSC83-0421-E006-199Z,民國 83 年 7 月.
- (20)Chan CC, Spengler JD,Ozkaynak H and Lefkopopulou M. (1992).Commuter exposure to VOCs in Boston, Mass a chusetts, J. Air & waste Manage. Ass. 41: 1594-1600.
- (21)李清勝(1990).即時氣象資訊在空氣品質分析的研究與實驗.行政院環境保護署.

- (22)Perry R and Gea I L (1993). 1993 Indoor/outdoor. Air Onality Factors with Respect to VOC. Emissions from Vehicles. In: K. Sa-arela, P. Kalliokoski, O. Seppanen eds., Proceedings of the 6th Intemational conference on Indoor Air Quality and Climate, Vol.2, Indoor Air '93,Helsinki, Finland.
- (23)詹長權,謝國煌,洪益夫,何國榮(1993).以管制燃料油品來降低都會區大氣中苯濃度之監測計劃.中華公共衛生學會,EPA-82-E4F1-08-23:9-14.
- (24)翁明章,戴良恭,林裕峰(1994):甲苯暴露造成之職業傷害.中華職業醫學雜誌,第一期:119-123.
- (25)歐錫溪,林炫沛,黃富源(1995):甲苯胚胎病變新生兒.當代醫學,第22卷,第1期:70-72
- (26)US EPA proposed guideline for Carcinogen risk assessment.(1996).
- (27)Element of chemical exposure assessment(1991)Environ Counsel in Health and Environmental Science.pp9-14.
- (28)蔡俊鴻.石化工廠附近大氣中揮發性有機物污染特性及危害分析(I).NSC 82-0421-P006-006Z,民國82年7月.
- (29)顧家華、詹長權.大氣中揮發性有機化合物(VOCs)以 Tenax-TA/Carbotrap 吸附採樣 GC/MS 分析方法之探討.國立台灣大學職業醫學與工業衛生研究所碩士論文.
- (30) ATD 400 User's Manual Perkin Elemer.
- (31)合板業有害物質分析方法研究-熱託付技術應用於酚之分析方法研究.勞工安全衛生研究所研究報告.民國85年12月.
- (32)揚廣苓、湯雅潔、汪禧年、羅俊光、謝瑞豪.作業環境有害物質採樣分析技術研發-熱託付技術可行性評估.民國85年12月.
- (33)吳麗珠, 甲苯被動式採樣熱脫附分析方法建立。勞工安全衛生研究季刊.第五卷第四期,第45-61頁,民國86年12月.
- (34)巫朝輝、王文忻.台中市揮發性有機物質監測研究.中國環境醫學研究所碩士論文.民國87年6月.
- (35)蔡羸逸、鄭曼婷.台中都會盆地之能見度與氣象因子及空氣污染物之關係.中國環境工程學刊,第七卷,第三期:297-307.
- (36)Michael A J Bevan , Christopher J. Proctor , Joanna Bukers, and Nigel D. Warren (1991).Exposure to carbon monoxide , Respirable suspended particulates , and volatile organic compound while commuting by bicycle.Environ. Sci.Technol , 25 ; 788-791.
- (37)Harlos DP,Spengler JD(1976).In combustion processes and the Quality of the Indoor Environment. Harper , J.P. , Ed. ; A & WMA Transaction Series 15 ; A & WWA : Pittsburgh , PA , 1989 ; P 108-110 .