

空氣品質監測站介紹

Introduction of the Taiwan Air Quality Monitoring Stations

葉雨松

Yu-Sung Yeh

目前環保署在台灣地區建有 76 個空氣品質自動監測站及 2 部移動式空氣品質監測車，透過一群專業之技術工程師操作維護及品保人員執行監測數據之品管審定，得以即時而有效地呈現台灣地區之空氣品質狀況，目前之監測項目以 SO_2 、 NO_x 、 CO 、 O_3 、 HC 、 PM_{10} 為主，並輔以氣象資料，而有關酸雨、輻射及揮發性有機物之監測資料亦逐步普及當中。

Taiwan Air Quality Monitoring Network (TAQMN) of the Environmental Protection Agency (EPA) has established 76 air quality auto-monitoring stations and 2 movable vans. To evaluate the monitoring data is reliable and accurate, EPA has an authorized regular performance organization and an independent private sector to enforce checking for air quality monitoring annually. The items of air quality monitoring has SO_2 , NO_x , CO , O_3 , HC , PM_{10} , and meteorological data. About the data of the acid rain, UV-radiation and vaporized organic chemicals (VOCs) is also building.

一、前言

環保署自民國 60 年起開始設置空氣品質自動監測站，並自民國 69 年開始發展區域性自動監測站網，至民國 75 年完成第一代空氣品質監測網。為能更準確掌握各地空氣品質狀況，從民國 79 年起推動建置「台灣地區空氣品質監測網」，至民國 82 年 9 月正式上線運轉，截至民國 94 年 1 月共計設有 76 個空氣品質監測站 (含金門、馬祖、澎湖各一站) 及 2 部移動式空氣品質監測車 (各測站名稱分布情形彙整於表 1)，即時而有效的掌握了台澎金馬地區之空氣品質狀況⁽¹⁾。

依照「空氣污染防治法」第 13 條規定，各級主管機關應選定適當地點，設置空氣品質監測站，定期公布空氣品質狀況。又依「空氣污染防治法施行細則」第 11 條所載，將空氣品質監測站之種類及設置目的彙整如表 2，以供參考。「空氣污染防治法施行細則」第 13 條同時也規範了各類型空氣品質監測站的測定項目，包括應測定項目 (必須設置測定) 與得測定項目 (可依需求決定是否設置)，茲將施行細則第 13 條之內容彙整成表 3。

依據表 3 所載之 15 個測項當中，目前只有懸浮微粒 (PM_{10})、硫氧化物 (SO_2)、一氧化碳 (CO)、氮氧化物 (NO_x)、臭氧 (O_3)、碳氫化合物 (HC)、二

表 1. 環保署台灣地區空氣品質監測站分布表。

區別	縣市	數目	測站名稱
1	台北縣	9	板橋、三重、菜寮、士林、中山、萬華、古亭、松山、大同
2	台北縣	8	新店、土城、新莊、林口、淡水、五權、龍潭、永和
3	桃竹苗	10	桃園、大園、觀音、湖口、竹東、中壢、新竹、頭份、苗栗、三義
4	台中、彰化及南投	12	豐原、沙鹿、大里、忠明、西屯、彰化、線西、二林、南投、竹山、埔里、崇倫
5	雲嘉南	11	斗六、崙背、新港、朴子、台西、阿里山、嘉義、安南、善化、新營、後甲
6	高雄縣市	8	復興、美濃、橋頭、楠梓、左營、仁武、鳳山、前金
7	高雄、屏東及台東	8	大寮、林園、前鎮、小港、屏東、潮州、恆春、台東
8	花蓮、宜蘭及離島	9	花蓮、宜蘭、冬山、陽明、萬里、仁愛、汐止、馬祖、金門

表 2. 空氣品質監測站之種類與設置目的(地點)。

測站種類	設置目的(地點)
1. 一般空氣品質監測站	1. 人口密集地區 2. 可能發生高污染地區 3. 可能反映較大區域空氣品質分布狀況地區
2. 交通空氣品質監測站	交通流量頻繁之地區
3. 工業空氣品質監測站	工業區之盛行風下風區
4. 國家公園空氣品質監測站	國家公園內之適當地點
5. 背景空氣品質監測站	較少人為污染地區 總量管制區之盛行風上風區
6. 特殊目的空氣品質監測站	依特殊目的考量

氧化碳 (CO₂) 與風速 (WS) 及風向 (WD) 等測項由自動監測儀器執行監測作業，其他測項則因該測項自動監測儀器尚未有商業機型問市，只能視監測需求以人工作業執行。近年來鑑於國民生活品質之提昇，因此關於紫外線輻射、大氣壓力及酸雨 pH、導電度、溼度、露點、雨量、PM_{2.5}、揮發性有機物質等多個測項，亦已於部分測站開始執行監測，以建立長期之監測資料。

表 3. 空氣品質監測站測定項目彙整表。

測定項目	一般測站	交通測站	工業測站	國家公園測站	背景測站	特殊目的測站
1 懸浮微粒 PM ₁₀	●	●	●			
2 硫氧化物 SO ₂	●	☆	●			
3 一氧化碳 CO	●	●				
4 氮氧化物 NO _x	●	●	●			
5 臭氧 O ₃	●					
6 風向/風速	●	☆	☆			
7 碳氫化合物 HC	☆	●	●			
8 鉛(人工)		●				
9 落塵	☆					
10 煤塵	☆	☆				
11 酸性塵降	☆					
12 二氧化碳及其他溫室效應氣體	☆					
13 交通流量		☆				
14 惡臭污染物			☆			
15 毒性污染物			☆			
16 其他氣象因子	☆					

註：● 應測定項目，☆ 得測定項目，空白表示依監測目的設置

二、空氣品質監測站組成介紹

空氣品質監測站組成單元大致可區分如下單元：

1. 自動監測儀(污染物)單元
2. 校正氣體供應單元
3. 氣象設備單元
4. 資料蒐集傳輸單元
5. 站房設施單元

其中站房設施單元一般包括站房本體、電力設施及空調設施等，視各測站當地條件環境需求而異。其他上述(1)–(4)單元，可以圖 1 自動監測站系統圖表示。

1. 自動監測儀單元

自動監測儀主要包括氣狀物分析儀及粒狀物測定儀，氣狀物分析儀主要包括 SO₂、O₃、NO_x、CO、THC、CO₂ 等項目相關監測，粒狀物測定儀則以 PM₁₀ 為主，部分超級測站則設置 PM_{2.5}。氣狀

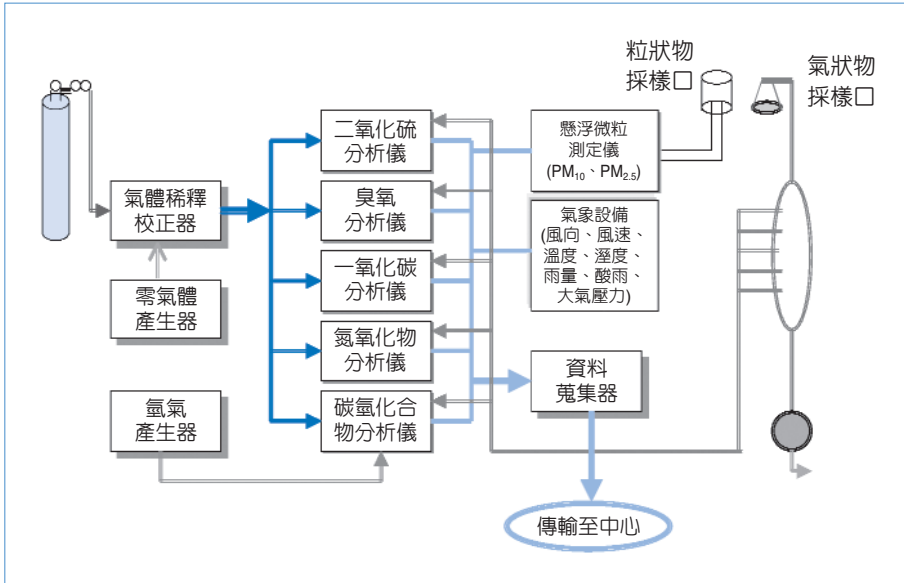


圖 1.
自動監測站系統示意圖。

物與粒狀物分析儀分別由個別之採集口進行採集，大氣由輸送管路進入各測項分析儀進行量測，一般自動監測儀皆可以在 5—10 分鐘內產生至少一筆測值，量測結果並由資料蒐集器收集處理。

2. 校正氣體供應單元

由於大氣中污染物一般測值多約在 0—100 ppb 之間 (例如 SO₂、NO_x、O₃)，或在 0—20 ppm 之間 (例如 CO、THC)，同時為維持監測作業品質，必須定期以標準氣體作校正檢查，一般用於空氣品質測站之標準氣體濃度大約為 30—40 ppm (例如 SO₂、NO)、4200 ppm (例如 CO)、500 ppm (例如 THC)，再利用氣體稀釋器調配零氣體產生器所產生之零值氣體對標準氣體進行稀釋至適當濃度，以進行校正查核。

零氣體產生器係將空氣進行純化，去除水氣與碳氫化合物後，供應氣體稀釋器使用，氫氣產生器則為供應碳氫化合物分析儀 FID (火焰離子偵測器) 燃燒使用。

3. 氣象設備單元

由於空氣品質與氣象條件息息相關，因此一般自動監測站多具有氣象設備單元，主要包括基本的風向／風速計、溫溼度計、大氣壓力計。近年來則逐漸增加酸雨計量測降雨之 pH、導電度及紫外線輻射計量測紫外線輻射。

4. 資料蒐集傳輸單元

資料蒐集傳輸單元係連續自動收集由監測儀器所產生之量測訊號 (電流或電壓訊號)，於設定之記錄時間區段內 (例如每分鐘量測一筆，每 15 分鐘將 15 筆有效數據予以平均成 15 分鐘記錄值)，將有效數據予以處理計算，以呈現量測最終結果。量測結果並透過電信網路回到環保署設定之數據品保中心，經品保品管審核後，即成為呈現之空氣品質監測數據，並據以公布監測結果，整體流程如圖 2 所示。

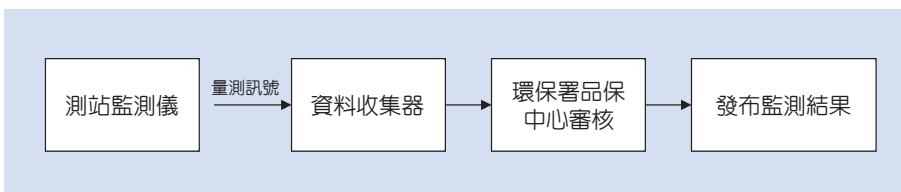


圖 2.
空氣品質監測數據產生流程圖。

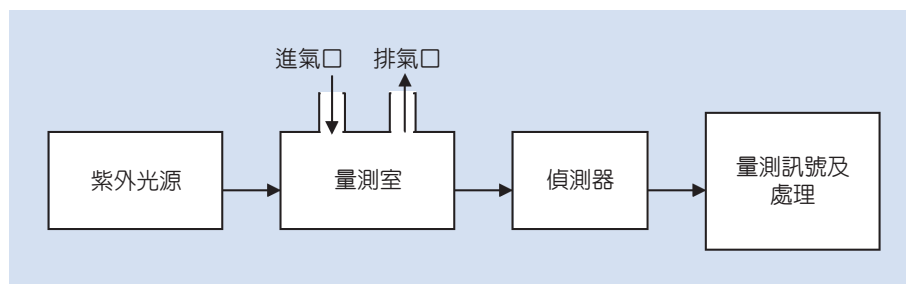


圖 3. 二氧化硫監測儀 (UVF) 示意圖。

三、監測儀器原理

本節將空氣品質自動監測站常見之氣狀物監測儀 (包括：二氧化硫、氮氧化物、一氧化碳、臭氧、碳氫化合物、二氧化碳) 及粒狀物監測儀 (包括懸浮微粒 PM_{10} 、 $PM_{2.5}$) 的儀器主要原理、量測方式作一介紹。

1. 氣狀物監測儀

(1) 二氧化硫監測儀 (SO_2)

測定原理主要為紫外線螢光法^(2,3)(UV fluorescence method, UVF)，主要利用 SO_2 分子受紫外線照射激發後，放出介於波長 220–240 nm 間的特性輻射，此輻射強度與 SO_2 分子濃度呈一定關係，一般儀器測定範圍為 0–1000 ppb (通常可以選擇測定全幅為 100–1000 ppb 之間)，一般儀器主要元件架構如圖 3，台灣地區目前常見之廠牌包括：API、HORIBA、THERMO、ECOTECH、DASIBI、OPSIS 等。

(2) 氮氧化物監測儀 (NO_x)

主要測定原理為化學發光法^(2,4) (chemilumines-

cence, CLD) 和非分散性紅外線法 (NDIR)，其中 NDIR 法通常用於量測煙道排氣。CLD 法係利用 NO 分子與 O_3 反應後放出特定波長之光，其強度與 NO 濃度呈正比。當樣品走 A 迴路進入分析室則直接量測得 NO 值，若樣品走 B 迴路，則 NO_2 經觸媒轉換成 NO，再進行量測，所量測結果代表 NO_x 值， NO_x 測值減去前項 NO 測值通常代表 NO_2 測值。一般使用之空氣品質儀器測定範圍為 0–1000 ppb 之間，依不同廠牌可以選擇不同範圍，由於量測樣品可以經由兩個不同迴路進入量測室，而其中一道迴路經過觸媒處理，故可以量測顯示 $NO/NO_2/NO_x$ ，一般性之儀器主要元件架構如圖 4，台灣地區常見廠牌包括：API、HORIBA、THERMO、ECOTECH、DASIBI 及 OPSIS 等。

(3) 一氧化碳監測儀 (CO)

主要以非發散性紅外線法為量測原理⁽⁵⁾ (NDIR)，量測範圍為 0–100 ppm 之間；一般儀器主要元件架構如圖 5，台灣地區常見之 CO 分析儀廠牌包括：API、MILTON、HORIBA、THERMO、ECOTECH 及 DASIBI 等。

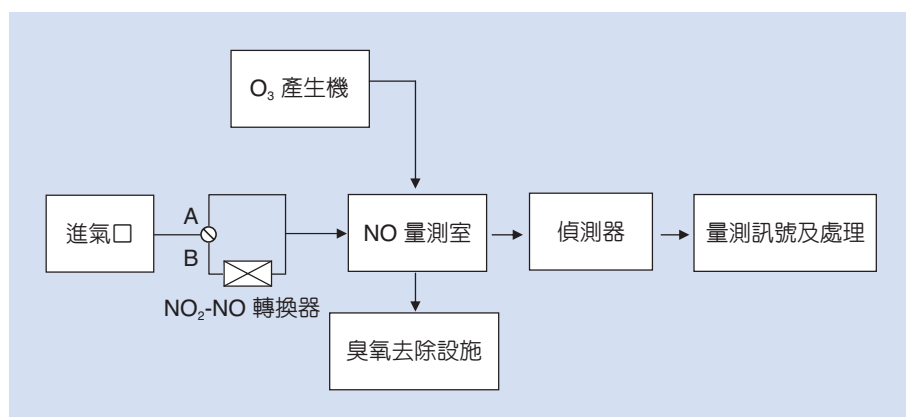


圖 4. 氮氧化物監測儀 (化學發光法) 示意圖。

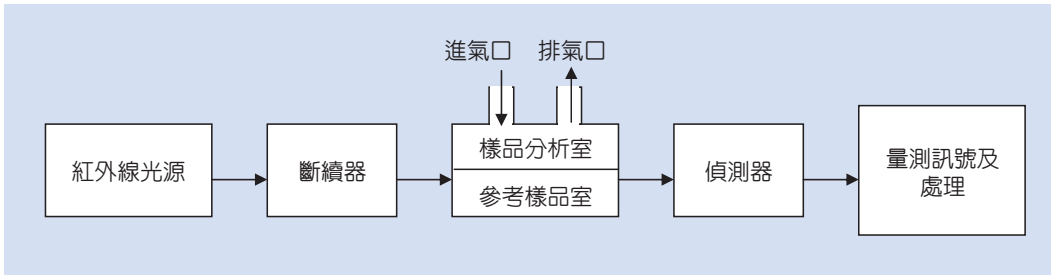


圖 5.
一氧化碳分析儀
示意圖。

(4) 碳氫化合物分析儀 (HC)

主要測定原理為火焰離子燃燒法 (flame ionization detection method, FID)，利用碳氫化合物在氫焰燃燒後所產生之火焰離子電流強度與碳氫化合物濃度呈正比例關係量測 THC 濃度。由於量測氣體可以經由兩個不同迴路進入量測室，而其中一道迴路經由觸媒處理去除非甲烷，故只量測甲烷 (CH₄)；不經觸媒處理之氣體則量測值代表總碳氫 (THC)，其差值一般代表樣品氣體所含之非甲烷碳氫 (NMHC)。一般碳氫化合物分析儀 (FID) 主要元件架構如圖 6 所示，量測範圍依不同廠牌及量測需求可以選擇不同範圍，一般介於 0–50 ppm 之間。台灣地區常見之廠牌包括 KIMOTO、HORIBA、THERMO、DANI 及 DASIBI。由於碳氫分析儀在 FID 量測過程中加入氫氣／空氣以燃燒分析樣品氣體，故一般搭配氫氣產生器使用操作 (或直接使用氫氣鋼瓶替代)，也是相對地較不穩定、不好操作維護的一種監測儀。

(5) 臭氧分析儀 (O₃)

測定原理主要為紫外光吸收法⁽⁶⁾ (ultraviolet absorption method)，利用臭氧分子對紫外光的吸光特性，量測樣品氣體於波長 254 nm 的吸光強度，

以計算臭氧的濃度，一般儀器測定範圍 0–1000 ppb，主要儀器元件架構如圖 7 所示，台灣地區目前常見廠牌包括：API、HORIBA、ECOTECH、THERMO、DASIBI、OPIS 等。

2. 粒狀物監測儀

空氣中粒狀物自動檢測方法有貝他射線衰減法⁽⁷⁾及慣性質量法⁽⁸⁾。貝他射線衰減法係以貝他射線照射捕集微粒之濾紙，量測採樣前後貝他射線通過濾紙之衰減量，再根據其粒狀濃度與輻射強度衰減比率關係由儀器讀出空氣中粒狀污染物的濃度。貝他射線衰減自動分析儀示意圖如圖 8 所示。貝他射線衰減法檢測範圍約為 30–5000 μg/m³。

空氣中粒狀污染物另一種自動檢測方法為慣性質量法，當空氣中的粒狀污染物經由粒徑篩分器，以適當的吸引量採集到濾紙上，濾紙直接裝在擺動式錐狀微量天平上，直接測出瞬間重量的變化，再經由儀器自動換算出即時濃度值，其適用濃度範圍介於 0–5000 μg/m³。

四、空氣品質監測站之操作維護與品管措施

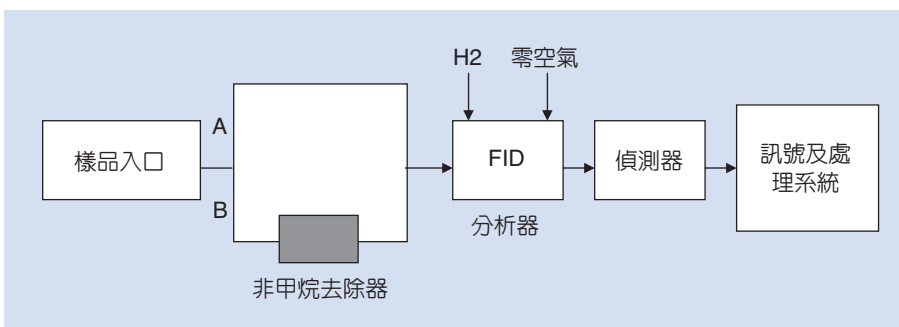


圖 6.
碳氫化合物分析儀 (FID) 示意圖。

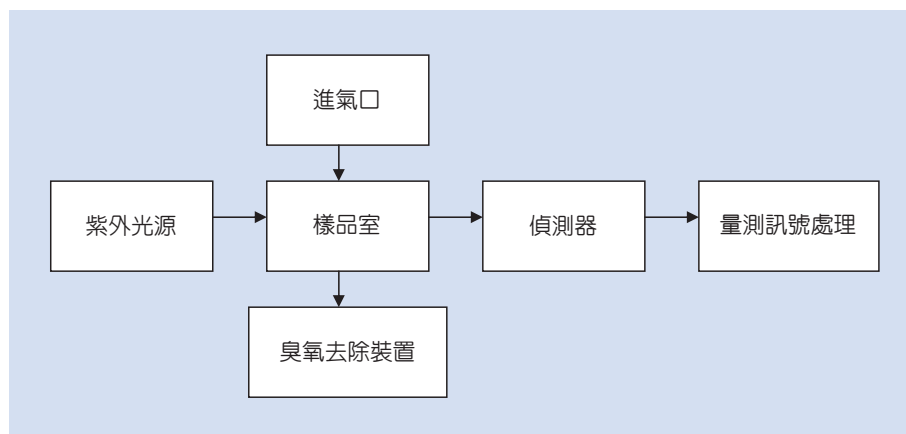


圖 7.
臭氧分析儀示意圖。

目前環保署建置之 76 個自動空氣品質監測站係全年無休地持續監測台灣地區之空氣品質變化，由於自動監測儀器幾乎都可以提供即時監測結果(至少不高於 15 分鐘)，因此為了使監測結果更具代表性，對監測數據完整性要求至少需達 85% 以上。

為了維持這樣高標準的監測數據完整性，至少超過 20 位以上之儀器維護管理技術工程師全年無休地執勤，將監測儀器保持在穩定的量測狀態。為了確保監測數據的準確性，並定期執行校正檢查

(利用標準氣體或試件)，確認校正檢查結果落在一定之可接受範圍。

測站操作結果除了仰賴這 20 多位儀器維護管理技術專家操作與自我定期校正檢查外，並委託另一獨立之第三者機構，以精度更高之標準氣體、標準流量計及標準試件等，依照美國環保署公告之標準方法與程序，定期與不定期執行品保查核。而這以上的操作維護及品保查核，雖然所費不貲，但也確保了產生最具代表與準確之數據。

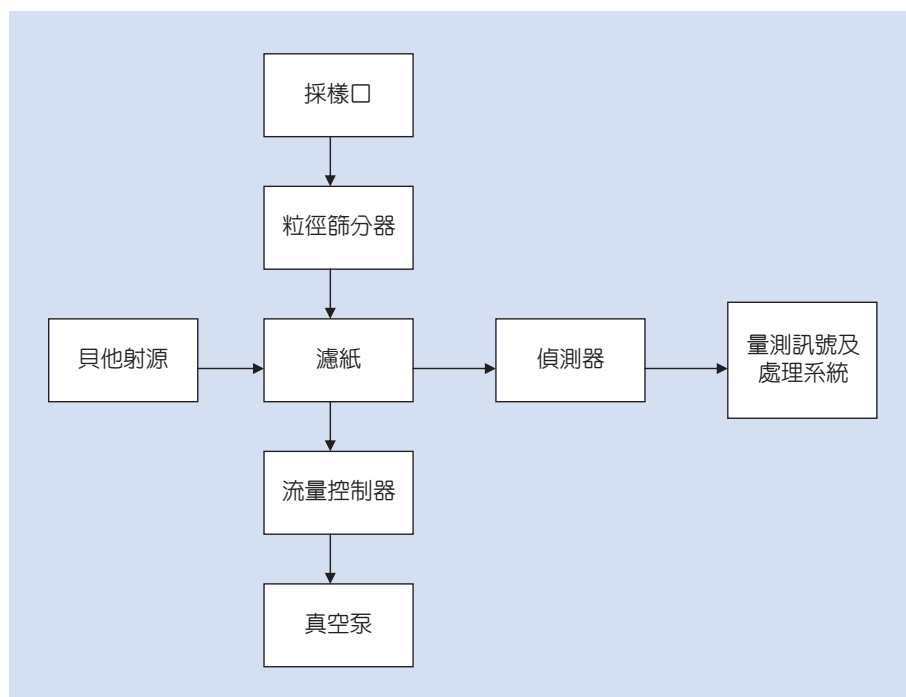


圖 8.
貝他射線衰減法自動分析儀器
示意圖。

五、結語

綜合以上對空氣品質監測站之簡單介紹，可了解台灣地區的空氣品質狀況在 76 個自動測站及 2 部移動監測車的運轉下，可隨時提供最完整的空氣品質數據。為維持此空氣品質監測網得以運轉無休，包括數十位儀器維護工程師、十數位儀器品保查核工程師、以及環保署十數位長期管理與品保審閱分析監測數據之技術人員長期堅守崗位，是撐起台灣地區空氣品質監測天地的無名英雄。

參考文獻

1. 行政院環境保護署－空氣品質監測站儀器功能驗證品保作業計畫, EPA-92-FA11-03-A065 (2004).
2. 伍秀菁, 汪若文, 林美吟編輯, 儀器總覽－環境及安全衛生檢測儀器, 初版, 新竹市: 國科會精密儀器發展中心 (1998).
3. 行政院環境保護署環境檢驗所, 空氣中二氧化硫自動檢驗法－紫外光螢光法, NIEA A416.10T (1992).
4. 行政院環境保護署環境檢驗所, 空氣中氮氧化物自動檢驗方法－化學發光法, NIEA A417.10T (1992).
5. 行政院環境保護署環境檢驗所, 空氣中一氧化碳自動檢驗方法－紅外線法, NIEA A421.10T (1992).
6. 行政院環境保護署環境檢驗所, 空氣中臭氧自動檢驗方法－紫外光吸光法, NIEA A420.10T (1992).
7. 行政院環境保護署環境檢驗所, 空氣中粒狀污染物自動檢測方法－貝他射線衰減法, NIEA A206.10C (2000).
8. 行政院環境保護署環境檢驗所, 空氣中粒狀污染物自動檢測方法－慣性質量法, NIEA A207.10C (2000).

- 葉雨松先生為國立台灣大學化學博士，現任瑩諮科技股份有限公司高雄營運部經理及國立高雄海洋科技大學海洋環境工程系兼任助理教授。
- Yu-Sung Yeh received his Ph.D in chemistry from National Taiwan University. He is currently a regional manager at Envimac Technology & Consultants Company and also an assistant professor in the Department of Marine Environmental Engineering at National Kaohsiung Marine University.

勘誤啟事

上 (144) 期科儀新知第 93 頁圖有誤，現更正如下：

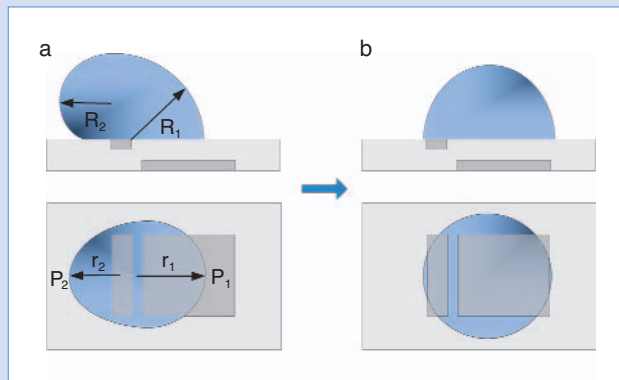


圖 7. 初步控制液珠移動方向之電極尺寸設計構想。

編輯室 敬上