

行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書  
(出國類別：研習)

美國空氣品質監測品保/品管作業  
技術研習

服務機關：行政院環境保護署

姓名職稱：黃欣俊技正

派赴國家：美國

出國時間：98年8月22日至9月4日

報告日期：98年9月

出國報告（出國類別：研習）

美國空氣品質監測品保/品管作業  
技術研習

服務機關：行政院環境保護署

出國人 姓名職稱：黃欣俊技正

派赴國家：美國

出國時間：98 年 8 月 22 至 9 月 4 日

報告日期：98 年 9 月

## 美國空氣品質監測品保/品管作業技術研習出國報告摘要

環境空氣品質監測旨在一定時、空範圍內，以物理或化學及生物等方法，對特定環境，進行反覆之量測。量測結果提供環境品質變化預測及評價之基準，以及環境改善策略研擬參考。近年來由於全球環境地球村概念之興起，國際間相繼成立跨國環境監測整和平台，監測資源交流活動更為積極與頻繁。國內自民國 69 年第 1 代空氣品質連續自動監測站網運轉迄今業將近 30 年。相關作業模式及儀器設備標準監測方法等，主要援引歐美經驗準則。期間因環境條件及人口變遷等因素，曾歷經數次調整及擴增。民國 79 年第 2 代監測站網建置的同時，整體監測站網作業系統，包括維護操作、數據品質目標及品質管理與保證作業等，已逐步調整建立最適的本土化運作模式。民國 91 年起，因應高科技之發展，更進一步全面汰換為更具便捷操作介面優勢及精準偵測性能之第 3 代新型監測儀器，大幅提升監測運轉品質。由於 3 代監測站網面臨全球化監測資訊高速交流的世代，監測資料之參引應用更為廣泛快速，因此監測數據品質維護作業之挑戰及其重要性，相對提升。由於美國在環境監測技術及品質管理系統之發展建置，迄仍具全球首要導引席位。爰此，為強化國內空氣品質監測儀器運轉及管理之作業技術，同時藉由國際化觀摩研習機會，一併檢視比較國內外空氣品質監測站數據水準及提升測站管理效能，特規劃辦理本次技術研習活動，進行中美測站相關作業技術之交流學習。

本報告主要記錄參與美國加州南岸空氣品質管理局（South Coast Air Quality Management District；簡稱 SCAQMD）與舊金山灣區空氣品質管理局（Bay Area Air Quality Management District；簡稱 BAAQMD）及加州環保署空氣資源局（California Air Resources Board；簡稱 CARB）等空氣品質監測作業現況及品保查核制度最新發展，並檢討比較國內外差異性，與提出研習技術交流心得，提供未來監測站網之運轉策略應用參考。研習期間除分享相關領域之新知外，在會中能與多位專業經理及技術人員認識，建立未來合作交流平台，並互相討論與交換目前空氣品質監測作業的方向及心得，對國內監測作業將有更廣泛之技術支援與助益。

# 目錄

一、前言及目的·····	1
二、過程說明·····	2
(一)行程·····	2
(二)研習地點及議程·····	3
(三)研習內容·····	5
(四)討論事項·····	13
三、心得與建議·····	16
附錄一 研習活動照片	
附錄二 研習簡報資料	
附錄三 其他參考資料節錄	

# 一、前言及目的

## (一)前言

國內空氣品質監測作業自民國 69 年起引進歐美經驗技術迄今已近 30 年，期間由於環境條件及人口變遷等因素，測站規模歷經數次調整及擴增。監測操作運轉及維護作業技術亦逐步在歷次檢討中，調整修正為國內最適之本土化模式，同時建立數據品質保證管理作業制度，以確保整體監測品質。由於近年來科技之高度發展，監測儀器設計日新月異，操作介面簡易便捷，且儀器精準性能大幅提升。本署自 91 年起遂進行全面汰換，正式邁入第 3 帶科技監測站網之嶄新世紀，以強化整體監測作業功能。由於第 3 代之監測站網，面臨高速資訊交流的全球化世代，監測資料之應用參引更為廣泛快速，監測數據品質維護之重要性亦相對提升。爰此，為加強新一代空氣品質監測儀器運轉及管理之作業技術，同時藉由國際性觀摩研習機會，檢視比較國內外空氣品質監測站數據水準及提升測站管理效能，特規劃參與本次技術研習活動，進行中美測站相關作業技術之交流學習。

本次研習期程計 14 日，主要內容包括空氣品質監測站 QA/QC 作業方法、監測數據資料處理（含資料擷取作業模式、資料有效性確認方法及註記、查詢等）、監測設備校驗管理（含儀器追溯比對作業模式及校驗室認證系統）、儀器應用發展、美國環保署 CARB 測站查核及實驗室儀器校驗作業技術。

## (二)目的

本次研習主題為空氣品質監測品保及品管作業技術。主要目的係學習美國在環境監測站網及儀器運轉維護管理模式最新發展現況，並比較監測數據處理之差異，提供本署空氣品質監測網站運作管理強化應用參考。同時藉由空氣品質監測站及監測設施查核作業現場實作觀摩，進行現場討論及意見交換，以進一步瞭解空氣品質監測設備實際應用單位（包括台灣地區）在儀器使用曾經遭遇之問題，尋求相關改善建議方式。

## 二、過程說明

本次研習期程自 98 年 8 月 22 日至 9 月 4 日。主協辦單位包括加州南岸空氣品質管理局（South Coast Air Quality Management District；簡稱 SCAQMD）、舊金山灣區空氣品質管理局（Bay Area Air Quality Management District；簡稱 BAAQMD）及美國加州環保署空氣資源局(California Air Resources Board；簡稱 CARB)等測站管理及技術人員。各單位主要參與人員如下：

主辦單位：CARB

主要參加人員：Dr. Hung-Li Chang、Merrin J. Wright(Manager, Quality Assurance Section)、Kathleen Gill (Manager, Organics Laboratory Section)、Mr. Don Fitzell、Ms. Norma Montez、Mr. Dustin Goto、Dr. Jerry Ho、David Chou (Manager) 及其他技術人員。

協助單位：SCAQMD與BAAQMD

主要參加人員：

SCAQMD：Dr. Jason C. Low (Quality Assurance Manager)、Dr. Philip Fine (Atmospheric Measurements Manager)、Mr. Rene Bermudez、Mr. Mike Hamdan、Mr. David Rutherford、Mr. Jay Valle及其他技術人員。

BAAQMD：Eric Stevenson (Air Monitoring Manager) 及其他技術人員。

研習內容主要包括空氣品質監測站 QA/QC 作業方法、監測數據資料處理（含資料擷取作業模式、資料有效性確認方法及註記、查詢等、監測設備校驗管理（含儀器追溯比對作業模式及校驗室認證系統）、儀器應用發展及美國環保署 CARB 測站查核及實驗室儀器校驗作業技術。相關行程及研習地點與詳細課程內容如下：

### （一）行程

主要行程如下表：

活動日期	活動內容	備註
8月22日~23日	啓程	台北-美國(洛杉磯)
8月24日	會前討論及資料蒐集	
8月25日~28日	美國加州環保局(South Coast AQMD) & ARB 移動源管制局(MRCD) 監測技術研習	SCAQMD-Jason Low ARB-Hung-Li Chang
8月29日~30日	資料彙整	洛杉磯-舊金山
8月31日	美國環保署測站管理作業討論。	BAAQMD-Eric Stevenson
9月1日~9月2日	環保署(CARB)查核技術研習	CARB-Diana Simeroth, Don Fitzell
9月3日~9月4日	返程	美國(舊金山)-台北

## (二) 研習地點及課程

1、地點：美國加州環保署空氣資源局(California Air Resources Board；簡稱 CARB) 及加州南岸空氣品質管理局(South Coast Air Quality Management District；簡稱 SCAQMD) 與舊金山灣區空氣品質管理局(Bay Area Air Quality Management District；簡稱 BAAQMD)

2、課程：

### **Monday(Aug 24)：**

Registration and General Introduction。

### **Tuesday(Aug 25):**

Morning: Overview of SCAQMD/ Laboratory Tour – Jason Low, Quality Assurance Manager

Afternoon: Laboratory Analysis

- 1) Laboratory Overview: Rudy Eden, Laboratory and Source Test Engineering Manager (time depending on his return from meeting)
- 2) Air Toxics and PAMS: Steven Barbosa, Principal Air Quality Chemist
- 3) Aerosol Analysis (PM2.5, Speciation, PM10): Solomon Tefferu, Principal Air Quality Chemist

### **Wednesday(Aug 26)**

Morning: Atmospheric Measurements

- 1) Atmospheric Measurements Overview (8am – 9am): Philip Fine, Ph. D., Atmospheric Measurements Manager
- 2) Station(s) Tour: Rene Bermudez, Principal Air Quality Instrument Specialist, Operations , Steve Kuioka, Senior Air Quality Instrument Specialist, Quality Assurance

Afternoon: Station Tours/ Calibration Lab Tour

- 1) Atmospheric Measurements Lab Tour: David Sawyer, Principal Air Quality Instrument Specialist, Support

**Thursday(Aug 27)**

Morning: Quality Assurance:

- 1) Overview: Jason Low, Quality Assurance Manager
- 2) Data Management: Mike Hamdan, Senior Air Quality Instrument Specialist

Afternoon: Follow up on Technical information (Specific analysts)

**Friday(Aug 28)**

Follow up on Technical information.

ARB Mobil Source Control Division Lab tour

**Saturday & Sunday(Aug29~30)**

Data Review and Information Arrangement

**Monday(Aug 31)**

Overview of BAAQMD QA program

BAAQMD Laboratory Tour

**Tuesday(Sept. 1)**

Tour ARB laboratories: PM10/PM2.5, Organic lab., Inorganic lab., Standards lab., ARB's air monitoring station, Instrument repair shop.

QA/QC Overview: AQDAs, Performance audits (QAS group)

Discuss: maintenance, calibration, precision checks, and data review (Ken's group).

Question and Answer session,.

**Wednesday Sept. 2**

Observe local through-the-probe performance audit

### (三) 研習內容

#### 1、加州南岸空氣品質管理局 (South Coast Air Quality Management District; 簡稱 SCAQMD)

##### (1) 簡介

SCAQMD 最高管理層級由 13 個會員組成，包括 4 個郡監督、6 位城市代表及 3 位州政府指定人員等。主要負責南岸空品區 (South Coast Air Basin; 簡稱 SCAB) 達成州及聯邦政府訂定之空氣清靜標準。自 1977 年開始，SCAQMD 主要轄區共涵蓋 SCAB 內共 4 個郡市 (County)，包括洛杉磯郡 (LA)、邊河郡 (Reverside)、聖伯納迪若郡 (San Bernardino) 部分地區及橘郡 (Orange) 全區與 Salton Sea Air Basin 全區 和 Mojave desert Air basin 之部分地區。因此，SCAB 面積共 6,745 平方英哩 (square miles)，人口達 15,000,000 人，惟 SCAQMD 總轄區面積共 107,435 平方英哩，人口達 16,500,000 人，車輛數共計約 10,000,000。主要監測項目包括 CO、NO<sub>x</sub>、O<sub>3</sub>、SO<sub>2</sub>、Pb、TSP、Sulfate、PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub> 及 Diesel exhaust、Benzene、Butadiene 等毒性物質。其中夏季之臭氧及懸浮微粒仍為主要污染源。受地理環境及氣象條件之影響，特殊的山林環繞形成盆地山谷之地形，當海風吹襲時，將地面各式污染物質往內陸盆地傳送，同時在逆溫層暖空氣抑制作用下，使污染源不易擴散而形成大量的煙霧 (smog)，當氮氧化物及臭氧前驅污染物在強光催化之下便容易產生高濃度之臭氧累積，其中 San Bernardino 因為處下風地理位置，成為近年來主要污染集中地區。



儘管人口、車輛及家庭排放源等仍逐年增加，由於相關單位的努力，SCAQMD 轄區臭氧 8 小時濃度超過標準值之比率仍逐年持續下降。惟近年來由於港口貨櫃量之劇增，大量柴油排放造成近岸空氣品質污染變化，

如何對港口貨輪等燃油加以管制，為改善轄區空氣品質刻不容緩之議題。

## (2) 光化學評估監測站網 (PAMS)

美國國家環境標準制定過程極為嚴謹。除先期相關人體健康科學研究報告數據資料之收集分析整理，並提出草案供各界參與審閱評估及召開公聽會廣泛討論，俾使相關法規之建立更為完善且易於推動落實執行。自 1980 年起，由於相關研究報告陸續指出臭氧長時間之曝露對人體健康影響遠超過 1 小時之曝露情形，因此，在 1997 年，美國修正公布最新臭氧空氣品質標準（主要標準為 0.08ppm-8hrs）。聯邦環保署並針對未達臭氧標準之地區，要求建立 VOCs、臭氧、NO<sub>x</sub> 和氣象等監測資料，以進一步瞭解污染之發生與提供解決方案。各州政府爰著手進行光化學評估監測網 (Photochemical Assessment Monitoring Stations; PAMS) 設立，以改善臭氧污染情形。

依聯邦環保署規定，PAMS 測站站址規劃設置共分 5 種類型，惟自 2007 年開始，聯邦環保署刪減第 2a 型測站設置需求，並修正第 4 類型測站為屬非必要設置測站，餘第 2 類型及第 1、3 型測站為必要設置測站。各類型測站說明如下：

測站 # 1 — 都會尺度 (Urban Scale) 之背景測站。

建立上風處背景資料及臭氧傳送與前驅物質貢獻程度相關資訊。站址設在臭氧前驅物濃度最高的晨間盛行風上風方向，且足以反應都會尺度之上風處邊緣地區。

測站 # 2 — 社區尺度 (Neighborhood) 之最高臭氧前驅物衝擊測站。

掌握都會區內臭氧前驅物排放的型態與量。測站位置應在 # 1 的晨間盛行風方向下風處，且緊鄰都會工業區或主要排放源的邊界下風處。

測站 # 2a — 次要社區尺度 (Neighborhood) 測站。

當前數地區範圍太大時，應在早上第二盛行風方向，增設本測站。

測站 # 3 — 都會尺度 (Urban Scale) 之最高臭氧濃度測站。

監測最高臭氧前驅物排放下風處之最高臭氧濃度。離都會區邊

緣約 10 至 30 英哩處。

測站 # 4 — 都會尺度 (Urban Scale) 之極遠下風測站。

瞭解臭氧及其前驅物的長程傳送與對其他較遠地區之貢獻程度。測站應設在午後盛行風下風方向，且足以反應都會尺度之下行風的邊緣。

環保署規定 PAMS 主要量測項目除臭氧(O<sub>3</sub>)，氮氧化物(NO<sub>x</sub>)、氣象資料外，還包括揮發性有機污染物(VOCs)等。PAMS 監測行程至少每年需涵蓋 6~8 月。分析方法包括 Gas Chromatography/Mass Spectrometry；GC/MS (VOCs)、High Performance Liquid Chromatography；HPLC (羰基化合物)、Cryogenic Pre-concentration and Direct Flame Ionization Detection；PDFID (非甲烷有機化合物) 等。大部分測站以每三個小時或一個小時量測頻率，針對 54 種碳氫化合物進行監測。#2 測站則必須另以每三個小時的頻率收集 3 種羰基化合物(甲醛、乙醛、丙酮)。

SCAQMD 自 1994 年在 Pico Rivera 及 Upland 開始設置 PAMS。之後陸續在 Banning、Azusa、Hawthorne (2004 年由 LAX Hastings 取代)、Burbank、Santa Clarita 等地增設。其中 Pico Rivera、Burbank 為連續自動採樣測站，其餘皆以採樣鋼瓶進行人工採樣。另 SCQMD 自 1994 年開始在 Los Angeles International Airport (LAX) 進行高氣層臭氧監測。2007 年為掌握 Santa Clarita Valley 臭樣傳輸路徑，增設第 5 個高氣層監測站，主要利用遙控感知器及 Vaisala (前 Radian/URS) LAP-3000 剖風儀及溫度、壓力、溼度等地面氣象監測設備，進行高層臭氧監測。

由於 PAMS 計畫主要目的包括未達空氣品質標準地區之管制策略擬訂 (包括污染源種類分布及模式分析評估)、管制策略執行成效評估、排放源追蹤 (管制清單及污染特性建立)、環境趨勢評估及人體曝露評估等。其數據品質目標依監測目的而略有不同，除依聯邦法規及環保署訂定相關規定方式執行，包含選址、操作和資料的品質標準，主要以能夠反應日夜污染趨勢資料，達到 80% 以上的信賴水平，且數據蒐集須達一定年限以上。

(3) 一般大氣監測運轉管理 (QA/QC)

SCAQMD 依聯邦法規規定每年需重新檢視監測站網之設置情形，以檢討測站增減調整之必要性，並向聯邦環保署提交調整報告，以納入空氣品質系統



(Air Quality System)追蹤管理。SCAQMD 迄今共負責 SCAB 空品區 36 個測站及 SSAB (Salton Sea Air Basin in Coachella Valley) 空品區 2 個測站之操作運轉。測站類型依監測目的 (Purpose) 分為背景 (BL)、高濃度 (HC)、污染源傳輸 (TP)、人口暴露 (EX)、濃度代表性 (RC)、污染源衝擊性 (SO)、趨勢分析性 (TR)、比較性 (CP) 等 8 大類別。依監測目標 (Objective) 則區分為高濃度區 (HC)、濃度代表區 (RC)、污染源衝擊區 (IM)、背景區 (BL) 等四大類。依空間尺度區分為微尺度 (MI)、中尺度 (MS)、鄰近尺度 (NS) 及都會尺度 (US) 等。為妥善管理轄區空氣品質監測作業品質，除在監測分析科技發展部門 (Science & Technology Advancement Monitoring & Analysis) 設置大氣量測管理單位 (Atmospheric Measurements) 及實驗室 (Laboratory Services--Source Test Engineering) 外，並於最近幾年成立品質保證單位 (Quality Assurance)，統籌執行監測作業及數據品質之監督管理。共約 38 個監測站之定期維護保養工作，主要由大氣量測單位技術操作人員負責 (約 10~11 人；3~4 站/人)，特殊監測作業、料件備品供應、設備校正維修及數據資料管理等則於大氣量測管理單位分別另設專責單位人員負責；權責分明，各司其職。監測品質控管除 USEPA 每 2~3 年不定期抽查及 CARB 每 1 年約抽查 8 站次外，氣象、粒狀物 (PM) 及光化測站 (PAMs；2 個 Auto&5 個 Manual) 等設備由 SCAQMD 自行委外辦理維護查核，另氣狀監測設備則由 SCAQMD 品保部門技術人員 (2~3 人) 每年定期執行 1 次查核 (共 40 站次)。監測數據品質標準主要仍依循聯邦環保署之規定，其中部分品質控管要求如資料可用率 (85%)、氣狀監測儀誤差標準 (10%)、PM10 流量誤差標準 (4~5%)、PM2.5 流量誤差標準 (4%) 等略較嚴格。儀器每日執行零點、全福及隔日執行 20%精密度檢查。設備校正定期追溯至聯邦環保署或 CARB 之一級標準。由於監測設備廠牌繁雜包括

Horiba、Thermol、Teldyne、Api、FRM-Sequential Anderson...等，因此增加其操作維護及品保作業之困難度。數據有效性篩選除依現場技術人員視實際狀況研判外，AQMD 於近期著手研發電子化管理系統，將無效測值定義輸入網站管理中心進行自動篩選，相關無效測值包括污染物比較、異常高低值、低於偵測極限及校正維護與其他特殊事項等，提供註記查詢。監測結果即時資料提供上網查詢，經品保驗證後之修正數據則於每季依標準作業流程提供各品保品管負責人員完成各項確認簽署後，彙整提供各屆查詢應用。另品保作業定期報告主要針對監測數據品保作業執行成果，每年製作品質保證評估年報，內容包括聯邦環保署系統查核結果之處理回應、資料驗證結果、績效查核成果摘要、相關修正處理、警訊數據、訓練課程文件記錄及總結等並附相關標準作業程序書(SOP)，定期公布提供查閱。

#### (4) 實驗室分析作業

SCAQMD 實驗室設備完善，除無塵室的粒狀物分析設備，並具有多部氣相層析儀、離子層析儀、生物電子顯微鏡與採樣鋼瓶清洗設備等，由數十位化學專業技術人員，負責特殊監測採樣之後續分析及鉛鉻等毒性物質與揮發性有機污染物分析。由於臭氧為洛杉磯地區主要未達標準污染物，依聯邦環保署規定，應加強監測其臭氧(O<sub>3</sub>)，氮氧化物(NO<sub>x</sub>)、羰基(carbonyl)成份和揮發性有機污染物(VOCs)等臭氧前驅物，以取得更詳盡且具代表性之臭氧污染監測資料。爰此，SCAQMD



除設置 2 個 24 小時連續自動之光化學評估監測站(PAMs)，並佈設 5 個人工採樣測點，依規定定期執行採樣後，送實驗室進一步分析。依聯邦環保署訂定標準方法包括 T0-15 及 T0-17 等。由於大氣中 VOCs 成份複雜且濃度甚低，分析前必需經過濃縮聚焦的過程，以取得適量之分析濃度。考量自動監測設備設置成本及儀器分析偵測極限，目前加州多數 PAMS 測站仍以人工採樣後送回實驗室進行分析。為加強數據品保之控管，諸

如鋼瓶清洗步驟、實驗室比對、儀器校正等皆訂定嚴謹之標準作業程序。

#### (5) 測站現場查核



研習期間 SCAQMD 特別安排位於 Upland 的測站，進行現場查核作業實作學習。回程並順道參觀另一位於 Fontana 鋼鐵廠附近的高懸浮微粒濃度區域型測站（監測項目包括 PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub>、O<sub>3</sub>、CO、NO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub>）。Upland 測站為一鄰近尺度（NS）、濃度代表性（RC）類型測站，鄰近住宅區，主要監測項目包括 CO、NO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>、Pb 等。儀器廠牌包括 API/Teledyne 400、GMW、R&P1400a、Met One 091 等。

#### (6) 監測品保作業制度與資料處理

為確保監測品質，SCAQMD 近年來依聯邦環保署及州政府之嚴格要求，逐步建立空氣品質監測相關品保品管查核程序，包括明訂監測品質目標、建立品質保證規劃書及標準作業程序書，並發展電子作業系統，即時連線監控監測儀器運轉情形及提供即時監測資料查詢服務。監測儀器除需依照 USEPA 認可方法進行操作運轉，並應定期執行維護，包括每日儀器功能連線檢查、每週進行濾紙更換等檢查、每月執行測漏、氣體鋼瓶壓力等檢查及每半年進行校正等功能性檢查作業。監測數據經專責人員依標準作業流程逐層審視確認後，定期（3 個月內）上網公布，並製作年報以供各界查詢。

### 2、舊金山灣區空氣品質管理局（Bay Area Air Quality Management District；簡稱 BAAQMD）

BAAQMD 成立於 1955 年，轄區範圍涵蓋舊金山灣區 9 個郡所組成的空品區，與 SCAQMD 及聖地牙哥空氣品質管理局（SDAQMD）等三個區域性環保單位為加州地區三大直接隸屬州政府管轄之獨立區域環保單位。雖有 7 座煉油廠的存在，惟主要有害空氣污染源大部分來自汽、貨車及營建工具所產生。



灣區三大主要污染物質為臭氧、懸浮微粒與毒性氣體等。

轄區共設置 28 個空氣品質監測站及 2 個移動測站，分布於 9 個郡。主要監測 O<sub>3</sub>、PM、CO、NO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub> 及 19 種毒性氣體與其他特殊污染物等。在整體監測運轉維護及品保作業系統執行方式大致延用聯邦環保署相關規定，部分監測作業數據品質目標（如精密度檢查等）甚至採更嚴謹之標準。由於舊金山地區人口密集，土地成本昂貴，測站設置用地取得不易，除少數測站（6 個）由政府單位（如消防局等）提供，其餘採用租賃方式。鑒於測站每月租金高達 US\$10120/站，所費不貲，形成財政上極大之負擔，為節省經費，測站操作維護等皆由編制內人員負責執行，測站使用期限平均約 10~15 年。空氣品質監測管理部門共 18 位編制人員負責測站操作維護及品保作業。維護頻率每週 1 次/站。其中 4 個技術人員負責品保查核，執行頻率為每年 2 次/站（部分測站更多），4 位負責資料處理工作（3 個層級進行高階管控確認）；依聯邦環保署規定各監測單位應於 90 天內應完成資料有效性確認後提報上級單位。儀器測試校驗及相關樣品分析由實驗室負責。由於聯邦環保署積極要求品質管理系統之落實，BAAQMD 於近期內積極更新電子化管理作業系統，俾與州政府及聯邦單位保持密切聯繫，及時掌握監測資訊，縮短相關監測報告提交時程，同時期望減少人力成本，儉省相關財政負荷。另由於監測單位現階段雖面臨多位資深人員（25 年以上工作資歷）即將屆齡退休，為妥善傳承監測相關專業技術，BAAQMD 藉由完整的文件管理及詳盡之儀器標準作業程序（SOP）之建立，加上縝密的技術訓練（6 個月專業訓練）與人力資源培訓計畫，使得整體測站之操作運轉技術，得以順利交接。

### 3、美國加州環保署空氣資源局(California Air Resources Board；簡稱 CARB)

加州 ARB 目前約有 2500 名工作人員，分屬於上百個不同部門，其中除 HAAGEN-SMIT Laboratory 位於洛杉磯，其餘各單位均設於首都（Sacramento）附近。CARB 洛杉磯分區實驗室主要負責移動污染源的管理。設有精密的汽機車等車體及排氣設施有機揮發性氣體監測站房，針對各類型交通工具，在





不同溫度與高速行駛狀態下，可能產生之相關揮發性/毒性氣體，進行模擬監測。並研發駕駛機器人替代人工操作，以避免操作人員曝露有害氣體，造成身體健康之影響。

空氣品質監測維護、品保、實驗室支

援等相關作業則由 Sacramento 總部之 Monitoring & Laboratory Division 負責處理。Monitoring & Laboratory Division 由六個單位組成，共設有 2 大實驗室，分別負責消費性商品及毒性消毒衛生用品相關之實驗室分析工作。加州 ARB 目前直接監管之監測站約 250 站，多數監測站設置儀器種類及數量並不一致。其設置原則主要針對法定污染物之監測或特殊目的監測。由於近年來美國因為污染控制得宜，SO<sub>2</sub> 及 CO 濃度已明顯低於國家空氣品質標準值，因此美國聯邦環保署已開始有計畫的減少測站設置 SO<sub>2</sub> 及 CO 監測儀。目前加州部分測站所監測的項目僅包括 O<sub>3</sub>、NO<sub>2</sub>、PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub>、及部分氣象監測項目(風速、風向、溫度、大氣壓力)，而較完整測站另包括 SO<sub>2</sub>、CO、H<sub>2</sub>S、NMHC 等設備。其中 H<sub>2</sub>S 雖非法定污染物(儀器設置主要因工業安全衛生署要求)，因此其監測結果並不需提報美國聯邦環保署，惟需符合 OSHA 的要求。

監測站日常操作維護由其中 Air Quality Surveillance Branch 部門負責執行，而監測站品保查核則由 Quality Management Branch 之 Quality Assurance Section 負責執行。CARB 監測站之 QA 及 QC 均以州政



府編制人員直接執行方式，。由於加州州政府編制人力充足，測站查核、設備追溯、設備維修、監測數據審查等，均有專責單位負責，例如查核設備及氣體檢定及追溯由 Operations Planning & Assessment Section 負責執行，查核人員所需之查核設備僅需直接從該部門完成檢定之設備中申辦領取即可；設備異常或耗材更換，則由 Operations Support Section 部門提供。

CARB 執行品保查核作業之 Quality Assurance Section 部門人力配置總計 9 人(包括 manager)；其中 8 人負責每年約 250 個測站之查核，每人每年工作量約達 30~40 站次（以查核車方式執行），而 manager 則專門負責行政事務及監測資料審核等工作。

查核設備追溯校正單位備有 1 級臭氧標準光度計(SRP)1 台、MOBLOC 乾式流量標準 2 台及數台分析儀器與標準氣體等。包括氣體檢定、設備追溯、儀器校驗依據儀器或氣體濃度等不同特性，訂定不同校驗標準及期限/頻率，例如 O<sub>3</sub> 傳輸標準定為每 3 個月執行檢定、氣體檢定則依不同氣體訂定不同檢定期限，在此期限內檢定合格之設備及氣體可不必再執行檢定，但查核作業中發生設備異常則不在此限。另為掌握各測項稀釋效率，零空氣及 CO 分析儀需每次查核前後需進行比對。



CARB 查核設備均安裝於專用查核車上，查核時僅需將查核氣體管路由查核車拉至採樣管執行 Through The Probe (TTP) 方式查核即可，不需搬移設備至測站內。測站使用之監測儀器、查核儀器、

或一級標準儀器等，並無特定產品之等級區別，惟訂定不同等級之準確度標準。另粒狀物監測儀之流量查核，多採用乾式流量計作為傳輸標準流量計。

#### (四) 討論事項

1、TTP 查核是否有最低 inlet 流量限制或是只需大於 sample 需求量多少以上即可。

建議：1 L/min > Sample Flow 以上即可。

2、Bypass 孔置於站房頂 (sample in) 及最末端 (sample 取樣後) 是否會有差異？

建議：一般於站房頂端設置 Bypass 孔，若於取樣末端 Bypass 是否會造成壓降問題，應進一步觀察後再決定適當位置。

3、測站採樣管 manifold 置放方式有何差異？

建議：水平或垂直置放應無明顯差異；台灣地區濕度較高，可進一步測試。

4、乾式流量計追溯標準儀器設備是否進行修正？

建議：追溯合格範圍內並未進一步迴歸，惟進行迴歸修正應較完整。

5、風向方位角查核方式？

建議：藉由原廠之角度固定器來執行包括定位點在內的 5 個方位查核，分別為定位點、 $360^\circ$  (北)、 $90^\circ$  (東)、 $180^\circ$  (南)、 $270^\circ$  (西)。若 Sensor 範圍為  $0\sim 540^\circ$ ，則另增加  $450^\circ$  之查核點。且只要 1 點不符合標準即判定不合格。

6、PM<sub>2.5</sub>/10/HI-VOL 測漏 SOP 及容許範圍？

建議：使用原廠提供之測漏裝置執行；TEOM 容許範圍： $\pm 0.15\text{LPM}$ 、MET ONE 容許範圍： $\pm 1.0\text{LPM}$ 。

7、目前本署使用校正器(DIL)用 10L 流量計是使用大(30-2L)、中(6L-20cc)兩支流量計來追溯，線性如何修正？

建議：CARB 使用 Molbloc 乾式質子標準流量計進行流量追溯校驗，流量範圍可依使用流量選擇最適流量計執行。

8、zero air 水分去除方式？其 zero 氣體純度是否有標準？

建議：zero air 採用一般除水裝置，惟零氣體定期購買 NIST 製作分析之超純度零級空氣進行比對。

9、測站現場端查核前如何執行 pre-audit 作業？

建議：查核前儀器皆由專責單位完成校正提供，查核前未再執行 pre-audit。

10、Hi-vol 之 timer 如何查核？

建議：與另一標準時間進行比對。

11、PM<sub>2.5</sub> 查核誤差容許 2.5%，查核方式是否和 PM<sub>10</sub> 一樣？

建議：PM<sub>2.5</sub> 查核容許誤差應為  $\pm 4\%$  (Design  $\pm 5\%$ )，期查核方式與 PM<sub>10</sub> 一樣。

12、過期鋼瓶氣體如何處理?方法?

建議：過期鋼瓶氣體可依 USEPA protocol 方式進行再驗證後使用，使用期限依驗證方法之規定。

13、校驗或其他實驗室是否參與 ISO 認證系統？

建議：目前各單位之實驗室並未要求參與 ISO 相關認證，惟聯邦環保署對相關作業皆訂有嚴格之標準作業程序，各校/實驗作業流程主要依照其規定內容執行與評估。

### 三、研習心得與建議

#### (一) 研習心得：

##### 1、組織架構精實，任務簡單明確

SCAQMD 由於財政經費支援較為穩定，雖在金融風暴橫襲之下，近年來仍積極擴充建置更為完整的空氣品質監測品質保證作業體制。為達成聯邦及州政府訂定之相關空氣品質改善目標，其監測作業運轉操作、維護、數據有效性確認等，皆由編制內員工負責，並設置完善之量測運轉操作維護部門、儀器維修校正管理部門、實驗室分析單位等。由於聯邦環保署於最近 2~3 年對於品質管理及品質保證之重視，積極要求各地方單位成立獨立之品質保證作業專責部門，以確保整體監測數據品質。SCAQMD 爰設置獨立之品質保證管理單位，統整監測作業品質管理。目前除氣象及粒狀儀器委外執行定期測站查核外，氣狀儀器則由現行編制內技術專員負責。在完善的運作制度之下，不僅縱向指揮管理架構清晰，任務分工簡單明確，且橫向協調溝通順暢，針對操作維護單位各項稽核缺失，皆能適時予以協助，迅即回饋改善，因此，整體監測數據品質皆能達成聯邦規定標準之上。

##### 2、緊急應變作業機制健全，機動監測量能充裕

由於研習期間適逢 SCAQMD 轄下山區深林大火，監測部門隨即展開相關應變，並佈置可攜式監測儀器進行空氣品質採樣監測。跨部門的應變小組，在完善的應變作業機制下，迅即展開相關救災防護作業，相關人員從容不迫各就其位，整體災防節奏緊湊而不緊張，沉著而未見倉惶，顯現平時的模擬災變演練成效，令人留下深刻印象。

##### 3、品質系統完善，DQO 因域制宜



由於聯邦環保署在全國監測品質管理方面制定完整之作業系統，各州及地區環保單位皆依循該品質系統，建立相關數據品質目標、品質管理執行計畫、標準文件管理系統、建立評估測試機制以及研訂報告格式與期程。完善之作業流程，確保整體監測作業得以維持一定之品質，同時各地區環保單位得視轄區空氣品質實際狀況，自行訂定更為嚴謹之數據品質目標，以發揮最大監測成本效益。

#### 4、系統化文件管理(SOP)，妥適規劃新世代技術培訓

BAAQMD 在組織編制上雖與 SCAQMD 一樣獨立運作，惟其規模略小。依聯邦環保署最新電子化作業規定，近期除積極更新電子化管理作業系統，以期減少人力成本，儉省相關財政負荷，另現階段因面臨多位資深人員即將屆齡退休，刻正加強新世代技術人員專業技能養成教育。由於完整的文件管理及詳盡之儀器標準作業程序(SOP)建檔，加上縝密的技術訓練與人力資源培訓規畫，使得整體測站之操作運轉技術，得以無縫傳承，值得參酌並妥慎規劃。

#### 5、校驗查核設備精良，提供優質後勤支援

CARB 監測作業品質管理部門除負責轄區 20 餘個測站監測運轉品質管理，同時需督導及協助地區環保單位之監測站維持一定品質之運轉成效，以落實地方測站設置目的，及達成監測資源有效應用。由於 CARB 整體編制人力充裕，各項監測及品質保證管控作業皆由相關單位及專業技術人員負責執行，特別是儀器之追溯校正及氣體之比對供應等，皆責由特定品保校驗實驗室技術人員進行專業之定期操作。校驗實驗室除備有一級標準光度計，由 NIST 每年定期巡迴比對，同時具備高精密之一級高量流量計 (Root Meter) 與小流量計 (Molbloc；需每年送回公司校準) 各 2 台，且建構完善之氣體供應系統及比對機制，大幅增益量測工具之精準性能，使現場查核作業人員得無後顧之憂，傾力確保監測數據品質。

## 6、比較國內現狀，即將“趕過”

本次研習由於參與單位較多，內容頗為豐富，行程安排亦相對緊湊。學習過程中雖難免疲憊一身，惟因此得以多方參與討論觀摩，並藉與相關監測儀器專家及技術人員之高度互動，對美國在環境空氣品質監測作業的成果，以及儀器應用現況，有了更深入的了解。研習期間印象最為深刻的是，整體測站運轉自主式管理作業模式。充分的信賴與十足的信心，建構全方位團隊合作默契，使得監測運轉品質皆能順利達成一定的目標。整體而言，雖國內監測執行技術、數據品質目標及儀器設備等，與美國加州現況可謂並駕齊驅，部分作業細節細膩程度甚至有所超越，惟加州環保單位完整的監測作業制度，詳盡的文件管理，仍多有值得借鏡之處，且部分技術細節如特殊監測查核車之機動應用、經由採樣口(TTP)查核方式、流量及零級氣體比對設備…等，亦確有其較優之便捷與完整性。惟考量國內環境條件之差異(如相對溼度、污染成份時空分布)及測站設置高度..等因素，參引之適用性，仍有待進一步審慎評估。

### (二) 建議事項

#### 1、積極建構機動監測作業能力，因應緊急措施非常行動

積極建構機動監測作業能力，評估引進可攜式粒狀監測儀器(E-BAM)，在特殊或緊急事件之發生(如局部地區沙塵事件)，可迅速前往佈設，即時提供相關單位所需之環境品質資訊，研擬後續因應對策，以降低對民眾健康之影響。

#### 2、厚實品質保證作業量能，挹注後勤基礎，提供品質管控堅實支援

強化品質保證作業能量，並建立獨立客觀之作業機制，同時逐步擴充軟硬體功能，尤其是流量為量測數據估算之基礎，建立良善之流量查核追溯校準，提升標準件量能，可大幅提升量測數據之信心水平。另零級氣體為各項監測儀器稀釋校準之源，如何有效精控氣體

純度，建立國內比對追溯作業系統，以增加儀器精準性能，亟待詳整規劃。

- 3、建立新世代培訓制度，無縫傳承測站專業技術，儲備未來監測量能**  
規劃完整之測站專業技術世代交替培訓系統，提供資深與新進人員之一對一專才養成平台，除可妥適傳承監測專長、有效應用管理資深人力寶貴資產，並可因應改善屆齡人員體適能之困境，維持監測作業穩定之量能。

- 4、彈性規劃數據品質目標，發揮最大成本效益**

由於各地區因環境條件因素，空氣品質狀況不一，為妥善應用有限資源，發揮最大成本效益，可逐步評估建立分級品質管控作業模式，對於空氣污染好發地區或品質不良區域，訂定較為嚴謹之監測數據品質目標，以強化高污染地區之管控量能，獲取最佳化管理效益。

- 5、積極學習國外成功經驗，參與國際比對，迎戰全球化競爭**

持續提供國內參與國際相關監測技術交流活動機會，學習國外成功之處，並積極拓展國際監測資訊共享平台，參與儀器性能比對，以提增監測品質之可信賴度。同時進一步推廣國內監測專業技術，擴大國際能見度，並協助開發中國家，建立空氣品質監測作業能力，善盡地球村一份子的責任，以維護全球環境品質。

附錄一  
研習活動照片

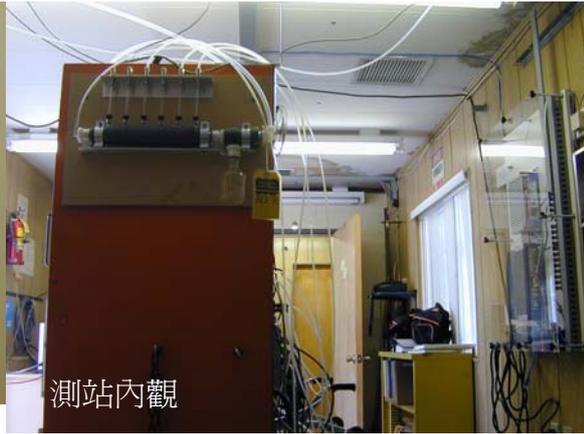
SCAQMD 研習活動照片







維修記錄表



測站內觀



PM 採樣器濾紙匣



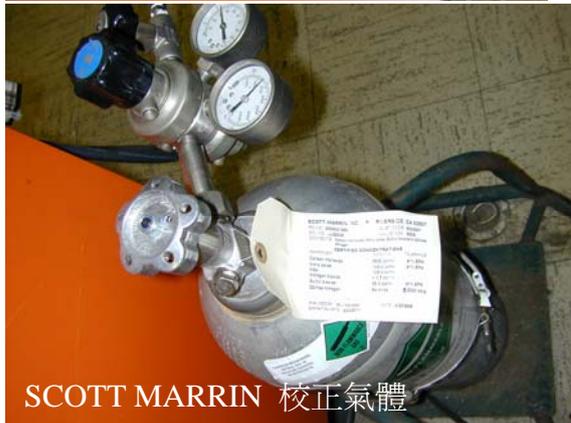
R&P PM 採樣器



分析儀器管線配置



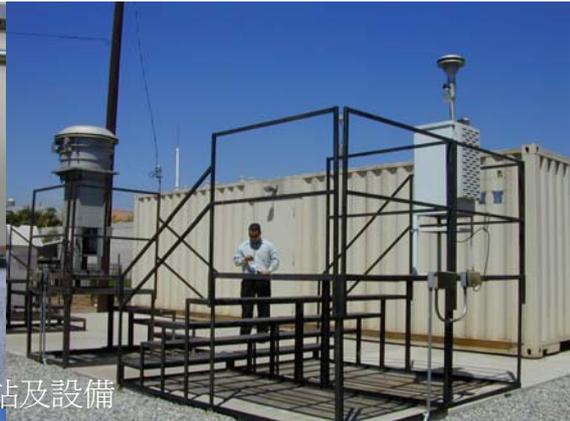
採樣歧管



SCOTT MARRIN 校正氣體



管內駐留時間測定流量計



Fontana 測站及設備



SOUTH COAST AIR QUALITY MANGEMENT DISTRICT  
SCIENCE AND TECHNOLOGY ADVANCEMENT - QUALITY ASSURANCE

AGENT REPORT

Author: IS Posing  
Site Code: SFLA Site Number: 8175 Audit Date: 02/20  
Parameter: CO2 (3) Analyze Control Number: 111.3  
Gas Calibrator Control Number:

Agent Year	Range PPM	STD Display Reading	OFF SET ALLOTT	Adjusted Audit Level	Setpoint Analyze Equipment	(1) Percent Difference	(2) Percent Offset	Mean Audit Value
0	0.7							
1	2.0-2.5	3.0	3.7	3.7	3.0	0.1	1.0	
2	8.0-10.0	7.5	8.4	8.2	8.7	3.0	0.4	
3	11.0-20.0	15.6	16.3	16.4	16.5	0.1	0.4	
4	21.0-30.0	15.5	18.2	18.4	19.5	0.1	0.8	1.19
5		0.0						

Average Percent Difference: 0.0

Registration: Slope: 1.0045, Intercept: 0.008

查核表格



流量校正設備



查核設備



流量校正設備



Root Meter 一級高流量校正設備



一級流量(中低)校正設備



分析儀器維修校正設備



零配件製作維修區



備品料件櫃



# CARB 研習活動照片



CARB LA 分區 交通工具揮發性氣體排放監測站房



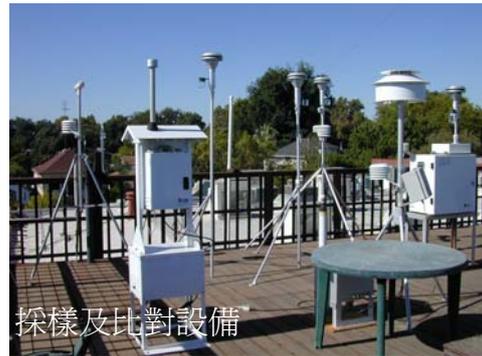
自製駕駛機器人



CARB Sacramento Monitoring Station



CARB Monitoring Station Tour



採樣及比對設備



CARB 儀器維修部門



校驗用儀器



標準氣體



零氣體產生器



Molbloc 一級標準流量計



Canisters 清洗設備



臭氧一級標準光度計(SRP)



消費性產品有害物質成分分析



木材 VOC 成份分析



測站品保專用查核車







Facility of Monitoring Station



Air Monitoring station



流量查核



Wind Profiler



風向風速查核



啓動力矩查核設備

