

臺灣空氣品質監測系統發展概要

朱雨其¹

摘 要

本文針對臺灣空氣品質監測系統的發展歷程和現況作概要性介紹。我們首先回顧歷經三代的監測站網設置更新及功能提昇，並說明測站類型、現行測項及各主要儀器功能原理。其次，說明監測系統的績效查核及品保作業制度，同時介紹臺灣設置東南亞首座的臭氧一級標準校驗服務。境外空氣污染物長程傳輸對臺灣近年空氣品質造成相當程度影響，我們將針對東亞沙塵觀測及預報等作業詳細說明。空氣品質監測資訊系統對監測資料的蒐集、傳輸、處理和運用，攸關監測作業績效展現，我們將特別說明測站端和中心端資訊系統的架構，並提出未來監測資料運用和空氣品質監測作業的發展方向。

關鍵詞：空氣品質、空氣品質監測系統、監測儀器、品質保證作業

1. 前言

空氣是人類賴以生存最主要的元素之一，空氣品質更是影響國民健康與生活品質的重要因子。由於空氣污染物的傳輸不受地域及國界限制，如何減少大氣污染，改善空氣品質，已是當前全球各國共同關注的環境課題。空氣品質監測是空氣污染防治工作的基礎工程，監測資料的蒐集、管理、整合及發布，不僅提供民眾掌握空氣品質現況，同時藉由對歷年監測資料的統計分析，可以評量污染防治的管制成效或環境品質的變化，提供法規政策研訂之參考依據。

臺灣空氣品質監測工作自 1982 年（行政院衛生署環境保護局時期）開始，迄今已逾 28 年。1987 年行政院環保署成立時，全國僅 19 座空氣品質監測站，目前全國空氣品質監測站已增設至 76 站。監測地點則由台灣本島擴充至馬祖、金門及澎湖 3 個外島，提供民眾完整空氣品質監測

¹ 行政院環境保護署 環境監測及資訊處 處長

資訊；此外，為了機動性監測空氣品質，環保署目前有 4 部移動式監測站，用以因應臨時性空氣品質監測調查之需。

有鑒於造成國內空氣品質不良之指標污染物為懸浮微粒（PM₁₀）及臭氧（O₃），環保署目前於台北及高屏地區共設置 5 個微粒超級測站，連續監測微粒成分及粒徑、光學特性等；於北部、中部及高屏地區其設置 8 個光化學評估監測站，以監測重要的臭氧前驅物（56 種揮發性有機物）。

就空氣品質而言，國內近年的本地污染情況逐漸改善，而空氣品質受到污染物長程跨境傳輸影響比例漸重，環保署於台灣中部鹿林山（位於新中橫塔塔加附近，海拔 2,862 公尺）設置一座國際級大氣背景測站，自 2006 年 4 月開始運轉，用以監測空氣污染物跨境傳輸，如大氣汞、氟氯碳化物(CFCs)微量氣體等，同時參與多項國際監測合作。此外，於中壢（中央大學校區）設置微脈衝雷射雷達（Lidar，光達）及太陽輻射儀，與美國太空總署合作觀測垂直剖面氣膠分布特性；接收地球觀測衛星之中解析度成像分光輻射度計影像(MODIS)，以強化對中國大陸沙塵傳輸的監測。2009 年 1 月，為了擴增大氣背景資料監測能量，在馬祖東引及東沙各設置一座旋轉式太陽輻射儀，成為臺灣最北端及最南端的空氣品質監測設施，分別擔負著監控來自北方及南方境外空氣污染物的任務。

本文第 2 節說明臺灣空氣品質作業沿革，第 3 節說明現有監測站類型、監測項目及主要監測儀器的原理；第 4 節說明監測系統的品質保證作業，第 5 節針對每年冬末及春季的沙塵監測及預警作詳細說明，第 6 節介紹空氣品質監測資料的傳輸及訊息發布作業，第七節結語。

2. 空氣品質監測作業沿革

臺灣空氣污染防治法於 1975 年 5 月 23 日制定公布，共有 4 章 21 條，目的在於防制空氣污染，維護國民健康，主要管制生煤之使用及空氣污染行為。1982 年修定空氣污染防治法共有 4 章 27 條，將最高容許量改為排放標準，同時提高罰款金額。1992 年再次修定空氣污染防治法為 5 章 55 條，擴大立法目的範圍，除維護國民健康外，更擴及於整個生活環境。增加依空氣品質標準劃定空氣污染防治區、進行空氣品質監測，亦針對因氣象變異或其他原因，致空氣品質有嚴重惡化之虞時，應採取緊急防制措施，必要時，得發布空氣品質惡化警告並限制交通工具之使用或公私場所空氣污染物之排放及增訂、修正空氣污染防治有關規定等，因此即時監測空氣污染物濃度及氣象資訊成為研判是否空氣品質有嚴重惡化之虞之重要依據。

2.1 第 1 代空氣品質監測站網

雖然 1992 年臺灣才將空氣品質監測正式納入空氣污染防治法中律定，但自 1970 年起。前衛生署環保局即已依據「行政院科技發展方案」著手建立全國性空氣品質監測網。1982 年在台北縣市設置三重、板橋、南港三個監測站及一個監測中心。1983 年在高雄縣市增設鳳山、三民、復興、七賢四個監測站。1984 年增設松山、永和、中壢、台中、台南五個監測站。1986 年增設楠梓、花蓮、基隆、新竹、頭份、彰化、嘉義七個監測站及一輛監測車。在 1987 年環保署成立前，當時全國就有 19 站連續自動式的空氣品質監測站，此可謂臺灣空氣品質監測之開端。

2.2 第 2 代空氣品質監測站網

隨著工商業快速發展，19 個空氣品質監測站逐漸不足以完全掌握各地空氣污染情形，且受限於當時監測技術，監測系統並無自動校正及遠端控制功能。1987 年環保署成立後，著手檢討舊有監測站，於 1988 年開始推動「充實環境品質監測站網計畫」，爭取中油公司超額盈餘專款約 4 億 1,400 萬元，進行測站增建。1993 年 9 月於全國共設置 66 個空氣品質監測站、3 輛監測車、1 個品質保證實驗室及監測中心等。經陸續進行站網檢討，1998 年再擴增至 72 站。除了測站數量大幅增加外，監測網增加了每日自動校正、遠端遙控儀器功能異常警訊及測值異常警報系統等功能，同時大幅提昇監測系統的品質保證作業。

2.3 第 3 代空氣品質監測站網

2001 年時考量監測站網運轉已近 10 年，儀器設備逐漸老舊，維護成本大幅提高，加上社會環境變遷及空氣污染多樣化等因素，2002 年開始推動「空氣品質監測站網汰換」計畫，於 2005 年完成各項監測儀器汰換，並新增多種監測項目，提昇監測系統功能，經不斷檢討測站代表性，全國空氣品質監測站網增設至 76 站。監測地點則由台灣本島擴充至馬祖、金門及澎湖 3 個外島，提供民眾更完整空氣品質監測資訊；移動式監測站增加為 4 個，以應臨時性空氣品質機動調查之需。因應國際監測趨勢，2005 年 8 月，全國測站完成 PM_{2.5} 監測儀器設置，開始提供全國各地 PM_{2.5} 空氣品質監測資訊。目前環保署負責運轉的全國空氣品質監測站分布如圖 1。

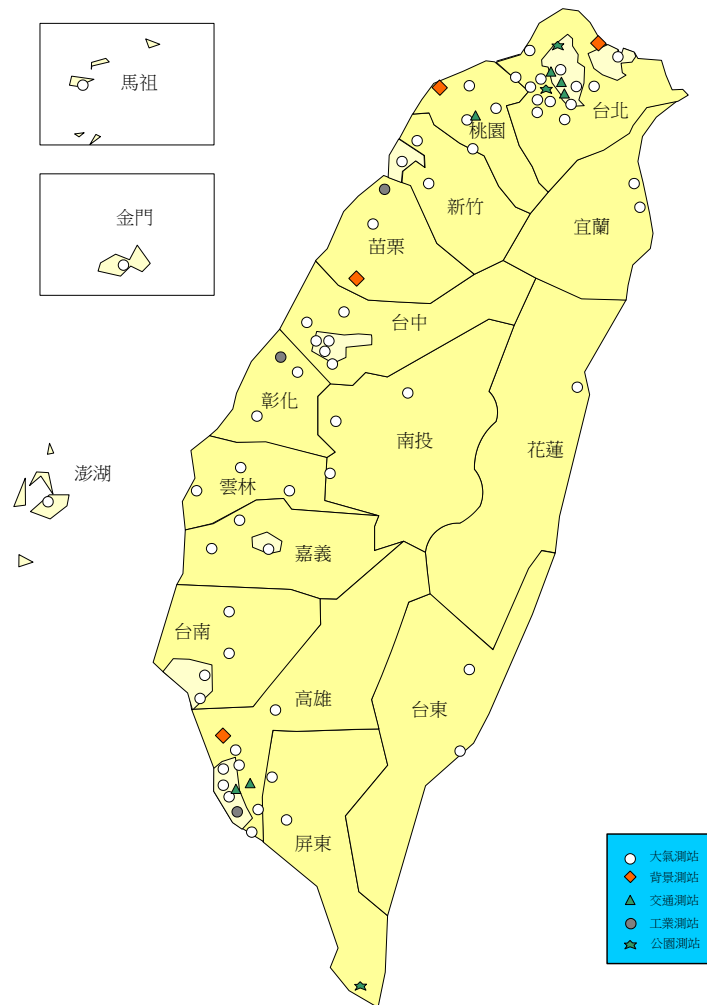


圖 1:環保署全國空氣品質監測站分布圖

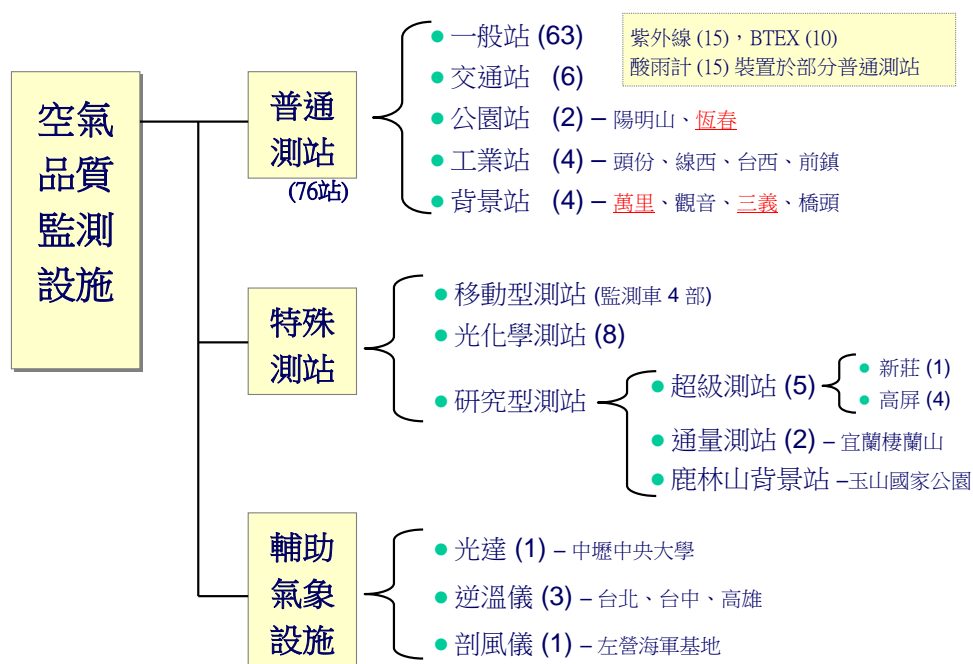
3. 測站類型及監測項目

3.1 測站設置原則

臺灣空氣品質監測站網經審慎規劃、設計後建置完成，第 2 代站網規劃時係依據全國各地排放源資料、風場及空氣品質濃度分布資料等，以輔助都市氣層模式分析應用，將全國分為 200 個網格，並根據每個網格內的人口、密度、經濟活動力和地域特性，設計其所需測站個數並經考量設置經費及日後操作維護資源需求等整體效益，再由其優先順序及站址取得評估，加以篩選最適當之地點。主要目的在監控大區域範圍之空氣品質狀況及變化趨勢，屬於全國性空氣品質監測站網。

3.2 監測站類型

全國 76 個空氣品質監測站依不同監測目的可分為不同類型監測站，目前計有 4 個工業測站、6 個交通測站、4 個背景站、2 個國家公園測站、6 個特殊監測目的測站、57 個一般測站，其中萬里、三義、恆春等 3 站兼屬一般測站（如圖 2）。



註：普通測站標示底線者，表示其兼具一般站功能

圖 2：現有各類型空氣品質監測設施

3.3 測站項目

根據不同監測目的，空氣品質監測站監測項目包括粒徑 10 微米及 2.5 微米以下之 PM10 及 PM2.5、一氧化碳(CO)、二氧化硫(SO2)、一氧化氮(NO)、二氧化氮(NO2)、氮氧化物(NOx)、O3、碳氫化合物、酸雨等污染物。此外，設置風向、風速、大氣壓力、紫外線輻射、溫度、相對濕度、雨量等輔助性氣象參數監測，用以協助空氣品質資料分析。

3.4 主要監測項目儀器原理

環保署空氣品質監測站網主要污染物及輔助氣象監測儀器設備，其基本分析原理簡要說明如下：

1. SO₂ 分析儀：紫外線螢光法（Ultraviolet Fluorescence）

SO₂ 分析儀係利用鋅(Zn)燈光源所產生之紫外光線，經濾波器過濾後，再導入螢光室，照射在空氣試樣上，於螢光室中之 SO₂ 分子吸收特定波長之紫外線而被激發至較高能量狀態；處於激態之 SO₂ 分子，當恢復至基態時會放出螢光，藉由光電倍增管受光增幅，轉換成電子訊號，與 SO₂ 濃度之間成線性比值。

2. CO 分析儀：非分散性紅外線法（Nondispersive Infrared）

CO 分析儀係由紅外線光源(IR Source)發出紅外線，穿過光斷續器(chopper)，產生固定頻率射線，再分別通過氣體過濾相關轉輪(內含有充滿高濃度 CO 及 N₂ 氣體之濾鏡室過濾射線波長後，進入樣品室被試樣吸收後衰減；亦即當第一道 IR 通過充滿 CO 氣體之濾鏡，CO 吸收峰附近之 IR 被吸收，產生一道參考光源，而下一道 IR 通過充滿 N₂ 氣體之濾鏡，因 CO 吸收峰附近之紅外線不會被 N₂ 吸收，則讓 IR 射線完全穿透過試樣，由二者的 IR 吸收差，藉由 CO 的吸收量與 CO 濃度間成線性比值，求出試樣中 CO 的濃度。

3. O₃ 分析儀：紫外線吸收法（Ultraviolet Absorption）

O₃ 分析儀係利用 O₃ 在 254 nm 附近之紫外光有較強的吸收光譜，經由低壓水銀燈放射出 254 nm 的紫外線，在反應室被試樣 O₃ 成分吸收，藉紫外光(UV)光度計量測光強度，由紫外線吸收強弱程度求出試樣中 O₃ 濃度。

4. NO_x 分析儀：化學發光法（Chemiluminescence）

NO_x 分析儀係利用 NO 與 O₃ 的氣相反應生成激發態的 NO₂，當 NO₂ 回復到基態會釋放出螢光，藉光電倍增管受光將光能轉換成電壓訊號，其強度與 NO 的濃度成正比，經換算可得 NO 濃度；而對 NO₂ 之測量，則先將試樣通過加溫 325℃ 之鉬轉化器(NO₂→NO converter)將試樣中之 NO₂ 轉化為 NO，同樣品中的 NO₂ 還原成 NO 併同不會被鉬轉化之 NO，再送至反應室與 O₃ 反應做為 NO_x 測定，測出 NO_x 濃度，減去 NO 即為 NO₂ 濃度

5. 碳氫化合物分析儀：火焰離子檢測法（FID）

碳氫化合物分析儀係利用碳氫化合物在氫火焰中燃燒時，測得微量離子電流強度，與碳氫化合物中的碳數目成正比例關係，用以換算出碳氫化合物甲烷濃度(ppm CH₄)。大氣中氣體經儀器內幫浦以固定流率抽引吸入，第一時段磁控制下，不經處理直接將樣品送至 FID 經氫火焰中燃燒，所測得電流量換算出之濃度為 THC 總碳氫化合物濃度值；緊接電磁閥在第二時段將樣品切換至含有非甲烷去除器裝置路徑，用以去除的非甲烷物質（CH₄ 除外），所測得即為甲烷

濃度值；再將前後二者濃度值相減所得差值即為非甲烷碳氫化合物(NMHC)濃度(ppm CH₄)。

6. PM₁₀/PM_{2.5} 分析儀：貝他射線衰減法(β -ray attenuation method)、慣性質量法 (TEOM, Tapered Element Oscillating Microbalance Technology)

懸浮微粒分析儀係 PM₁₀ 與 PM_{2.5} 質量濃度的自動量測，主要部分為粒徑分篩裝置與質量計算系統。前者可藉由抽引氣流量與不同採樣頭達成微粒粒徑分篩目的；後者應用原理則有利用輻射量衰減方式與振盪方式，進而換算出被收集微粒的質量值。

4. 監測系統品保作業

品質保證作業(Quality Assurance 簡稱 QA)，主要目的為確保監測數據之準確度(accuracy)、精密度(precision)等，達成數據品質目標(Data Quality Objectives, DQO)。因此監測網之各種氣態污染物之分析儀(包括 SO₂、CO、O₃、NO_x 及 HC)、懸浮微粒分析儀(PM₁₀、PM_{2.5})及氣象儀器等，皆執行每月定期儀器功能檢查與每年一次的績效查核，以及因應儀器各項異常發生狀況或改善追蹤之不定期檢查與查核。

4.1 監測系統績效查核

目前環保署係委託維護單位以外的第三獨立單位執行品保查核工作，辦理監測站各項週期性的功能檢查作業及年度績效查核作業。

績效查核作業之執行為查核人員以標準查核設備(相關設備追溯回品保室之一級標準，或送國內外相關認證機構，執行校正相關氣體或標準液要求可追溯回 NIST 之標準)，對測站儀器執行稽核，評估監測儀器的準確度偏差及儀器線性結果。並統計分析查核滿意比率，以瞭解各站儀器維護情形，提供後續檢討改善。

為提昇國內整體環境空氣品質監測作業品質，擴大監測資源有效運用及共享，環保署自 2001 年起規劃提供空氣品質監測儀器標準校驗服務，訂定儀器校正設備作業收費要點，提供各縣市環保機關、檢測機構、學術及事業單位進行相關儀器設備之追溯。為提供空氣品質監測站監測儀器之校驗分析，確保監測數據品質，品保實驗室除備有各項監測設備備用儀器及儀器校驗所需之相關追溯標準設備，並建置東南亞地區首座臭氧一級標準校驗室。

4.2 臭氧一級標準校驗服務

臭氧原級標準光度計(SRP)是由美國環保署(EPA)與國家標準技術研究所(National Institute of Standards and Technology, NIST)共同開發而成的產品，此產品計畫源於 1980 年代初期，係為讓美國境內所有的臭氧測量設備能有單一標準儀器可供檢驗臭氧的濃度。環保署於 2002 年建置東南亞地區首座臭氧一級標準校驗室，提供國內臭氧儀器追溯校驗。目前針對全新 SRP 之校驗規定是比照 NIST SRP2，斜率的變化小於 0.5 %，在 0~1000 ppbv 範圍內的截距變化小於 0.3 ppbv。此校驗應連續進行 3 天，並確保數值的變動極小。

如同其它儀器，臭氧儀器也需要進行校正和功能查核；包括全幅濃度校正(SPAN)及精密度檢查，利用臭氧一級標準校驗室，以原級標準光度計提供臭氧一級及傳輸標準，確保測站臭氧儀器的精密度。

SRP 能夠產生及驗證大氣中 0-1000 ppb 以上的臭氧檢測濃度，以 253.7 nm Hg Line 的吸收為主的 UV 光度法量測系統，量測光強度減弱程度，而可測知臭氧的濃度，即臭氧濃度與被吸收之光強度大小成一相關線性序列。SRP 應用 Beer-Lambert's Law 使用一個 $1147 \times 10^{-20} \text{ cm}^2/\text{molecular}$ 的截面吸收度，採用約 89.5 cm 長度的雙氣體槽為主的量測系統設計(如圖 3)，內建臭氧產生器、溫度校正器及零值氣體供應系統等。

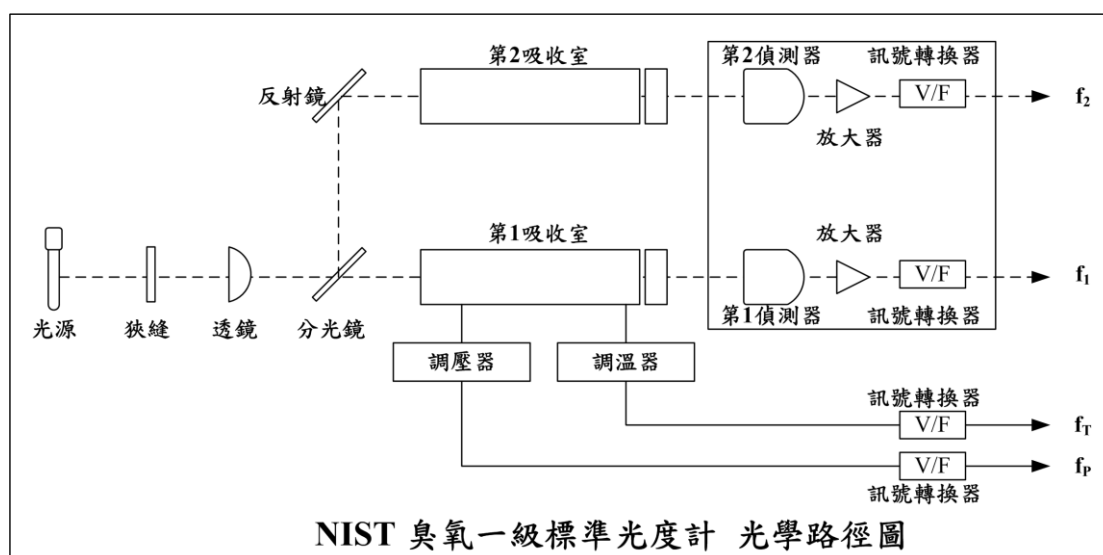


圖 3: NIST 臭氧一級標準光度計光學路徑圖

5. 沙塵觀測作業

1995 年 3 月 12 日台灣北部的基隆、宜蘭、汐止、瑞芳等地，許多民眾向環保單位反應，在一場降雨後，車輛覆蓋著一層紅褐色泥粉，路旁積水也沉澱紅褐色泥漿。部分民眾猜測可能遭砂石車經過或人為惡作劇所致，亦有民眾猜測是台電協和電廠污染造成。隨後環保署在氣象與環工專家的協助研究下，發現該紅褐色泥雨可能源自東亞（包括中國大陸、蒙古國等地）沙塵長程傳輸所致，自此國內對於東亞沙塵影響台灣地區空氣品質的現象開始重視。

5.1 沙塵影響空氣品質

沙塵暴為東亞沙漠區春季相當活躍天氣現象的一，伴隨有長程輸送現象的沙塵暴系統僅占每年沙暴現象中的一小部份，其中能嚴重影響台灣地區空氣品質的個案機率不大。但因可能造成台灣地區大規模空氣品質短時間惡化。為加強污染物長程傳輸現象的驗證，環保署除了進行相關研究外，自 1999 年起設置馬祖測站，以提早掌握沙塵影響台灣地區的時間。2002 年至 2004 年連續三年執行「東亞沙塵密集觀測實驗計畫」，加強對沙塵影響之瞭解。

東亞發生沙塵暴天氣現象的主要源地包括蒙古、中國內蒙及西北地區各大沙漠，面積總和近 60 萬平方公里，包括新疆、甘肅、河套、內蒙古、蒙古等地區，年降雨量都在 400 mm 以下，且季節分布相當不平均。冬末春季為沙塵暴發生的主要季節，其中以 3 月至 5 月發生頻率最高，占全年的 60% 以上，且每年發生沙塵暴的次數不一。沙塵暴發生的條件為地表性質土質鬆軟、乾燥、無植被或草木生長及沒有積雪。配合的氣象條件為強烈的地面風、垂直不穩定的氣象條件及沒有降雨降雪天氣現象。

大規模沙塵暴形成後，受強風揚起的沙塵造成空氣中含有大量塵土，遮蔽了當地日照，能見度甚至為零。沙塵暴發生後，顆粒較大的粒子大多影響源地或鄰近地區後；即沈降到地面，顆粒較小的粒子可以向上傳送到 850-700 百帕高空，相當於 1000 公尺至 3000 公尺，再藉由西風帶的氣流向東傳送。在傳送的過程中，一部分因擴散或稀釋，使得沙塵隨傳送的距離愈遠；濃度愈低，一部分因傳送過程中，受到沉降或降雨(雪)的冲刷效應而到達地面。

沙塵暴向外傳送到數千公里外的其它地區後，多為影響當地能見度及造成大氣中懸浮粒子增加，影響該地空氣品質。至於受到沙塵的時間或大小，則需視源地沙塵暴發生的規模、延續時間，以及配合遠地的氣象條件是否為沙塵傳送方向及有利沈降要素。依過去觀測紀錄，短則僅數小時，影響能見度，長則達 1 星期，甚至造成泥雨的現象。

由於中國近年來工業化程度日益增加，污染物排放強度也隨之上升，隨著季風南下影響臺灣空氣品質。2006 年 3 月 19 日東北季風除帶來沙塵，也挾帶了中國工業污染產生的二氧化硫，高出臺灣背景濃度 6 倍。因臺灣原生性污染排放已受到良好控制，外來污染對臺灣空氣品質影響，相形之下會變得更為重要。

5.1 沙塵預報作業

環保署目前已建立東亞沙塵對臺灣空氣品質影響之監控機制。在每年 11 月至隔年 5 月東亞沙塵可能侵台期間，組成觀測作業小組，每日密集監控東亞沙塵動態，當沙塵可能侵台時，即透過大眾傳播媒體，適時提出預警，供民眾採取防護措施。圖 4 是目前沙塵觀測及預報作業標準作業程序的示意圖，而目前東亞沙塵守視及預報研判方式簡要說明如下：

- 沙塵暴地面觀測
依世界氣象組織(WMO)規定，國際間氣象測站每 3 個小時對外發布氣象觀測結果，環保署於東亞沙塵暴發生期間藉由完整東亞地面氣象報告資料，作為判斷沙塵暴發生的強度大小及範圍。
- 沙塵暴源區及傳輸區域空氣品質
利用沙塵源區（蘭州、銀川等）及傳輸路徑（上海、南京等）中國設置空氣品質測站，研判當地空氣品質是否受到東亞沙塵影響及程度，確認沙塵輸送情形。
- 沙塵預報模式
透過環保署東亞沙塵預報模式及國際研究單位（日本 CFORS、美國 NRL）沙塵模式，掌握沙塵未來動向，配合相關氣象資料，研判沙塵對臺灣空氣品質之影響程度及時間。
- 綜觀氣象條件
沙塵暴發生後，細顆粒的揚塵多隨高空的西風氣流向東傳送至中國地區的北京、韓國及日本，並不直接影響到臺灣。當綜觀氣象條件出現南北向的槽脊系統，始有利於高層原為東西向吹送的沙塵，可以透過低層盛行的東北季風向南輸送，進而影響到臺灣，甚至更低緯度。
- 衛星影像資料
參考中央氣象局之 MODIS 資料，包括不同頻道影像及氣溶膠光學厚度(AOD)等，研判沙塵位置及強度。

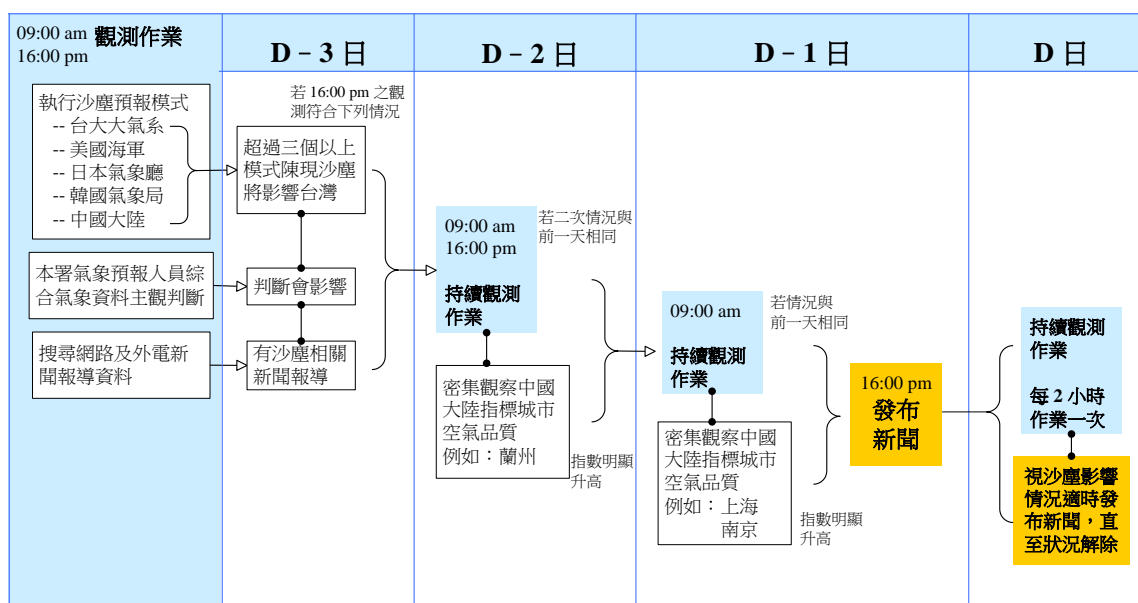


圖 4：沙塵觀測及預報作業標準作業程序的示意圖

5.2 沙塵監測及訊息發布

依過去沙塵影響臺灣空氣品質監測資料及相關研究報告顯示，沙塵一般透過大陸冷高壓南下帶來的東北季風輸送，因此當東北部的萬里測站、西北部的觀音測站、東部的宜蘭測站，以及國家公園的陽明測站在東亞沙塵影響台灣時，均有 PM10 濃度上升的一致性趨勢，可作為判斷台灣地區受外來污染源影響的指標測站。

指標測站平均 PM10 濃度一般多在 $50 \mu\text{g m}^{-3}$ 以下，一旦受到外來污染源影響，PM10 濃度會急速增加至 100 微克/立方公尺以上，且各區域上升的情形由北往南，由臨海到內陸的濃度增加特性。沙塵影響期間，PM10、PM 2.5 濃度均會上升，但以粗粒 PM2.5~10 增加較多，因此受沙塵影響時，PM2.5/PM10 比例會明顯降低。

環保署根據前述氣象及空氣品質資料分析，一旦研判沙塵可能影響到台灣地區的空氣品質，即發布新聞稿，透過大眾傳播媒體發布，將沙塵動向及可能對台灣地區空氣品質影響程度，提醒民眾注意。2006 年 12 月推出「沙塵搶先報」服務，當有沙塵侵台時，除了發布新聞，也同時以電子郵件及簡訊通知各級環保機關、教育部、衛生署等機關。

圖 5 統計歷年沙塵影響臺灣空氣品質的次數。從統計資料來看，近年來沙塵侵台的頻率與次數雖不若往年，但其強度則有大幅攀升的趨勢，值得重視。2010 年 3 月 21 日發生歷年影響台灣空氣品質最為嚴重的一波沙塵，全國 76 座測站，有高達 39

站的 PM10 測值曾逾 1000 微克/立方公尺，全國七個空品區除花東以外，PSI 值均達有害等級（如圖 6），前後影響全台空氣品質將近 3 天，造成國內各界極大震撼。

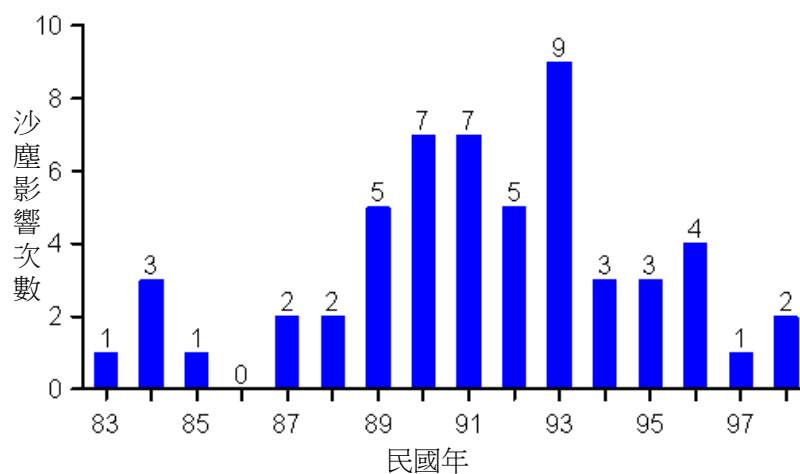


圖 5: 歷年沙塵影響臺灣空氣品質統計

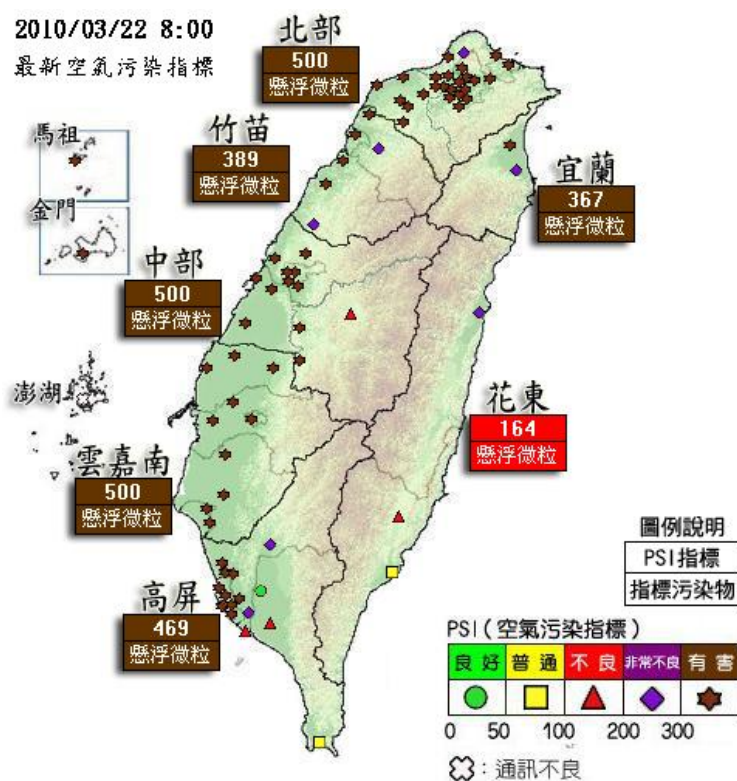


圖 6: 2010 年 3 月 21 日~22 日沙塵暴造成全台空氣品質嚴重惡化

6. 監測資料傳輸及訊息發布

環保署的空氣品質監測站的設備均係無人看守之 24 小時自動連續監測儀器，每小時除會將監測資料透過數據線路自動傳回監測中心處理外，另具備每日自動校正功能，透過監測中心電腦程式控制，每日定時對各監測儀器使用標準氣體進行校正工作，以確保監測數據之準確性，監測數據傳回監測中心，並經電腦自動分析運算及確認程序後，轉換成空氣污染指標值(PSI)，即時上網公布。

監測中心設置功能強大的電腦設備及軟體系統，用來處理龐大的監測資料，除了資料庫主機、中介伺服器外，還設有衛星資料（MODIS）接收主機、剖風儀、光達、等值濃度圖、預報、紫外線、中國大陸沙塵、超級測站、網際網路查詢、開發及測試等電腦主機。基於臺灣在資訊科技方面的優勢，目前對空氣品質監測資料的蒐集及傳輸，已經可以由儀器端，直接傳送到工作人員的手機上，也就是說，當測站測得空氣品質超標時，當地環保局及環保署業務人員的手機即出現通報的簡訊。

圖 7 說明空氣品質監測資訊系統整體架構，大體上分成測站端系統和中心端系統二大部分：

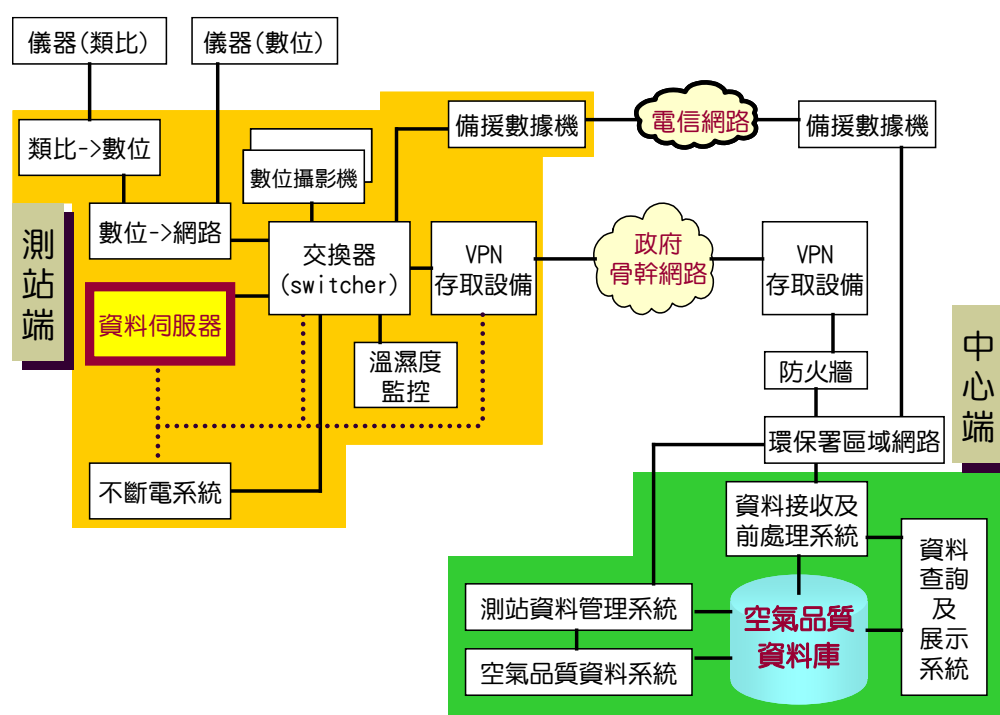


圖 7：空氣品質監測資訊系統整體架構

- 測站端系統：

將監測儀器所量測的資料準確無誤且即時地傳回環保署。每個測站設置一部資料伺服器，統籌資料蒐集工作，各儀器透過可程式邏輯控制單元（SoftPLC）與伺服器連結，資料伺服器除了蒐集資料外，也負責暫存一定時間之原始監測資料值，當網路連結發生故障而未能即時傳回資料時，軟體系統會定時判斷網路狀態，適時重傳資料。

監測站本身構成一個獨立之乙太網路環境，藉由政府骨幹網路與環保署連結，整體網路在 VPN（virtual private network）環境下運作。配合防火牆等資訊安全管制措施，我們採行 XML+Web services 方式作為測站端與中心端資料傳輸格式與協定。為確保資料品質，測料傳輸模組在傳回資料前，先初步過濾有疑義之資料，並加以註記，以便傳回中心進行資料確認（data validation）。

- 中心端系統：

含括了資料確認、資料運算、資料儲存、資料發布及後續之資料應用分析等功能。當監測資料傳回中心端時，資料接收及前處理系統對資料進行一系列之 QA/QC 作業，包括單一測項之資料合理性判斷，及鄰近測站彼此間資料合理性判斷，確認過後之資料再匯入空氣品質資料庫。資料查詢及展示系統則將儲存於資料庫之資料依使用者需求，透過適當介面，提供資訊服務。所有關於測站儀器維修及檢校工作紀錄，則由測站資料管理系統負責處理，確保監測設施維運資料之完整性。空氣品質資料系統主要負責對資料進行管理性工作，包括週期性統計表報及資料備份等。

隨著空氣品質監測項目多元化，未來空氣品質資訊系統所要處理之資料量將快速增長，且資料型態日趨複雜，是以系統軟硬體之配置必須更加彈性靈活。再者，累積大量資料後，如何有效運用這些資料進一步分析，或是利用資料探勘（data mining）技術，發掘潛藏之有用訊息，作為空氣污染防制策略參據，應是未來重要課題。

6. 結語

整體而言，臺灣空氣品質監測工作經過 25 年發展，目前在監測技術及資料處理運用方面，較先進國家毫無遜色，未來，將適機擴大國際間監測技術合作與交流，促使臺灣監測資料與國際接軌。

隨著監測技術演進，空氣品質監測站網功能亦配合調整，大幅提昇污染成因解析能力及監測數據品質，微粒超級測站及光化站提供主要污染物懸浮微粒成分及臭氧前驅物 56 種揮發性有機物監測資料，協助污染管制措施的研擬。在空氣品質預報作業上，除持續發展自動化空氣品質資料分析系統外，亦藉由發展天氣類型類比之空氣品質預報輔助模式、衛星、逆溫儀、剖風儀觀測資料模式及歷史資料趨勢分析，提供客觀數值，提昇預報成效。

微脈衝雷射雷達、太陽輻射計及大氣背景測站等先進儀器，提供氣溶膠資料及臺灣背景空氣品質，有助瞭解全球氣候變遷對臺灣衝擊，透過國際合作計畫之執行，參與監測技術交流合作，對國際空氣品質監測資料之交流與共享將大有助益，有助提昇臺灣國際形象。同時透過交流，不斷提昇監測技術水準與國際接軌。

空氣品質與國民健康及生活品質息息相關，環保署空氣品質監測作業不但提供污染管制策略的研擬，採行最佳之污染管制措施，改善空氣品質。空氣品質監測站網全自動化監測系統，24 小時全天候即時監控各地空氣品質狀況，提供民眾各地重要的空氣品質資訊，俾能適時採取相關因應措施，維護民眾健康。

參考資料

- [1] 行政院環境保護署，「20年空氣品質監測作業回顧與未來展望」（2007年8月），台北，台灣
- [2] 行政院環境保護署，「研擬新世代全國空氣品質監測系統發展綱要計畫」（2009年8月），台北，台灣（本計畫係環保署委託成大研究發展基金會執行）
- [3] 蕭慧娟，「空氣品質監測」，財團法人孫運璿學術基金會獎助發行

作者：朱雨其

服務機關：行政院環境保護署 環境監測及資訊處

職稱：處長

學歷：國立台灣科技大學 博士

經歷：行政院環境保護署 分析師、科長、專門委員、副處長