

中央氣象局氣象儀器校正現況與展望

葉瑞元

中央氣象局氣象儀器檢校中心

摘 要

本文主要在介紹本局氣象儀器校正業務的現況與未來展望，氣象儀器檢校中心目前有氣壓、溫度、溼度、降水、風向風速及日照日射等校正實驗室，其中氣壓、溫度、溼度、風速已通過「財團法人全國認證基金會（TAF）」的認證，其他實驗室也正朝這個方向努力。

本中心除負責本局所屬各類氣象儀器校正外，也提供外界機關、團體、學校之氣象儀器校正申請服務，歷年來儀器校正件數有逐年增加之趨勢，由民國 95 年的 1313 件、99 年 2049 件至 102 年 2415 件，顯見國人對於儀器校正與量測標準之意識已逐漸的提升。

未來本中心實驗室校正系統及操作程序將朝自動化、標準化、及精準化方向發展，以提昇本局氣象儀器校正能力及公信力。

關鍵字：校正實驗室（Calibration Laboratory）

TAF（Taiwan Accreditation Foundation）

一、前言

中央氣象局為執行氣象法有關氣象儀器校驗任務，並因應近年來氣象儀器校驗需求之大量增加，及確保氣象測報資料之完整性與準確性，於民國 80 年 10 月成立「氣象儀器檢校中心」，並先後建立了氣壓、溫度、溼度、降水、風速及日照日射等校正實驗室，其中氣壓、溫度、溼度、風速等校正實驗室已通過「財團法人全國認證基金會（TAF）」認證（圖一），實驗室認證其目的是為了健全國家量測體系，以確保各界使用之量測儀器均能追溯至國家量測標準，以求全國各量測基準的統一與一致性，實驗室借由認證評鑑達到符合國際標準與品質及技術的提昇。

「度量衡」與民眾生活息息相關，不論是日常作息的健康安全，還是科技領域的高超工藝，都需要依靠精確的計量系統來達成，因此如何準確的描繪整個地

球上大氣的變化，提供具有代表性、準確性與比較性之氣象資料，除應考慮觀測儀器、環境條件、量測方法與資料傳輸及處理等外，亦需有一完整之儀器校驗體系，氣象儀器校正是維持氣象觀測資料正確重要的一環，是氣象觀測的基礎，在氣象觀測之整體目標中，占有不可或缺的地位。



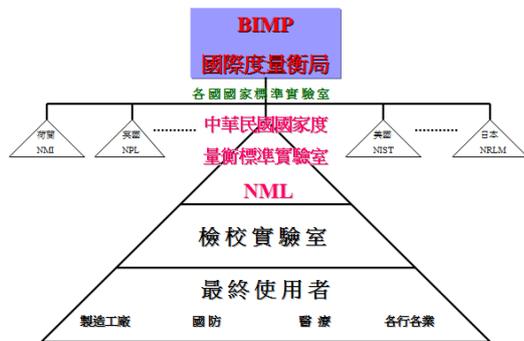
圖一 實驗室認證標誌與證書

二、現況

(一) 實驗室作業

1、標準維持：

ISO 17025：2005 要求，凡用於測試或校正之所有設備，應在其納入服務前加以校正，本中心實驗室標準件，依據 TAF「量測結果之計量追溯政策」，將標準件送國家標準實驗室（NML）追溯校正，如圖二，以此追溯鏈來銜接其所維持的國家標準，並追溯到參考基準，再將此標準於實驗室校正中傳遞到各個工作件，以達到統一基準與一致性。



2、校正方法與設備：

本中心校正實驗室均以比較校正法執行氣象儀器校正，即將已校正過的標準件與被校件同置於一穩定環境中（恆溫恆溼槽、變壓槽、風洞）並施予各需求校正值，待穩定後比較兩者量測值並求出被校件之器差值，以供觀測時修正。

(1).壓力儀校正：

一般壓力校正分為氣壓與液壓校正，本局氣壓儀校正僅限於氣象用範圍（500hPa 至 1100hPa）之氣壓儀校正，校正點為 933、960、986、1013、1040hPa（不含本局高山站氣壓），每一校正點增壓、減壓各 2 次，再求其各點之器差值與擴充不確定度，壓力實驗室於 TAF 認證登錄之量測最小不確定度(CMC):KD1001 汞柱氣壓計及 KD1004

氣壓錶為 0.13hPa、KD1005 壓力轉換器 0.14hPa。



圖三 氣壓儀校正槽

(2).溫、濕度儀校正：

溫度、濕度儀校正均置於穩定的恆溫恆濕槽中，以比較校正執行，溫度校正設備因儀器類型的不同，分為油浴式溫度槽（校玻璃溫度計與電阻式溫度計）與空氣式溫度槽（校一般電子式及記錄器），溫度範圍：油槽-20°C（玉山站用）至 60°C，量測最小不確定度 0.06°C~0.08°C，空氣槽 0°C 至 40°C，量測最小不確定度 0.15°C~0.28°C。濕度校正點為：30、50、70、90%RH（25°C），其量測最小不確定度為 1.0%RH。

(3)降水儀校正：

降水現主要的觀測儀器為傾斗式雨量計，其可作為自動觀測用，因此也是目前世界各國用來觀測降雨的主要儀器，實驗室是以定量式校正雨量計，即以已知容量的純水模擬降雨施予被校的雨量計（如圖四），再由被校件所量測的總雨量與標準值比較，其誤差應於±3%以內，若大於允許誤差則須調整重校，由於儀器是以機械結構組成，每一節點均需相互配合且運作正常，才可得出正確的量測值，因此在校正上須要較多的經驗及時間來校正調整，校正點為雨量強度 7mm/h、20mm/h、50mm/h、120mm/h，該儀器因應使用的

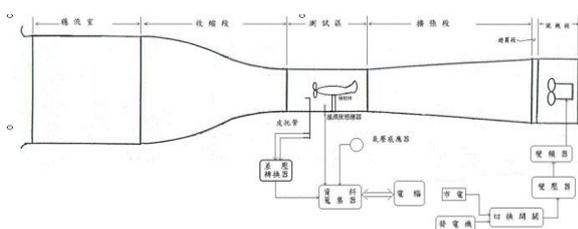
目的不同，其傾斗可分為 0.1mm、0.25mm、0.5mm 及 1.0mm，使用者需依需求目的而選用，本局現是使用 0.5mm 傾斗雨量計。



圖四 降水模擬校正設備

(4).風速儀校正：

風速是以開放式風洞為校正設備（如圖五），風機馬達為 175 馬力、電壓 380Vac，校正範圍：0 ~ 30m/s，測試段直徑 150cm，校正點為：5m/s、10m/s、20m/s、30m/s，於 TAF 認證登錄之量測最小不確定度（CMC）分別為：0.18m/s、0.24m/s、0.43m/s、0.54m/s，由於本中心的風洞為國內唯一校正戶外型風速計的風洞，因此全國所有戶外型風速計均集中於此校正，而造成冗長的等待時間。



圖五 風洞示意圖

(5).日照日射儀校正：

日照之量測係將太陽直射光以時間長短來表示，亦即觀測太陽直射光射到地表的時間稱為日照時間，其單位為小時，一般是以旋轉式日照計（自動觀測系統）或康培司托克日照計（傳統式）

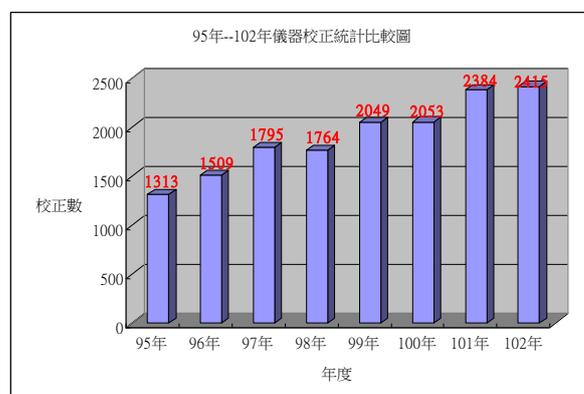
為觀測儀器，日射係觀測太陽的輻射量，即由太陽而來的短波輻射及地面輻射之長波輻射，主要觀測儀器為全天空日射計（PSP），其單位為 W/m^2 ，國內現對於日射量標準的傳遞與校正尚未完善，本中心現僅以原廠新品及其測試報告為標準，於戶外平臺以自然光源執行比較校正，這也是本局未來在此領域待加強之重點。

（二）儀器校正來源與統計

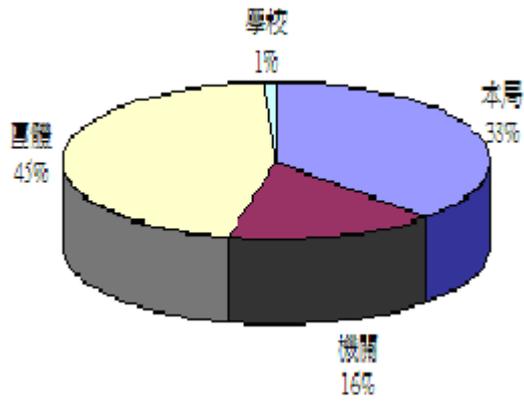
本中心儀器校正實驗室的建立，原是因應本局各氣象觀測站之氣象儀器校正需求，因當時尚有餘力而接受外界的氣象儀器委託申請校正服務，但近幾年來由於氣候環境變遷及防災的需求，本局東西部流域之自動遙測氣象、雨量站，由原先的 100 多站，增至現今的 469 站，加上國際上對於度量衡發展的重視與國內 ISO 認證規範的要求，因此氣象儀器校正數量也由民國 85 年的 769 件、民國 95 年的 1313 件、99 年 2049 件至 102 年 2415 件（如圖六），顯見國人對於儀器校正與量測標準之意識已逐漸的提升。

目前氣象儀器檢校中心之氣象儀器校正來源有：

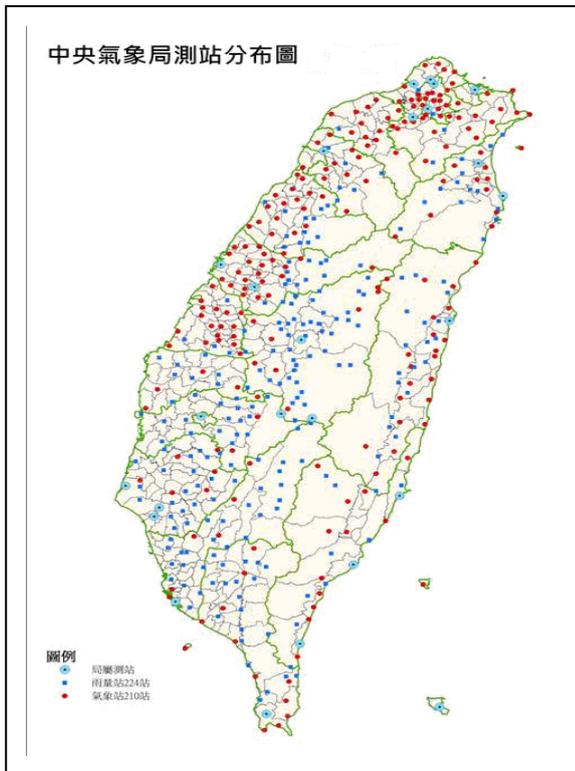
- (1) 地面氣象觀測站（26 站）、(2) 臺灣東、西部流域自動遙測氣象站（279 站）、雨量站（190 站）共 469 站、(3) 雷達站氣象儀器校正 4 站、(4) 合作氣象站 8 站、(5) 海象中心氣象觀測儀器、(6) 與本局簽有合作協議之機關、團體、(7) 本局年度採購備品、(8) 外界各機關、行號、團體、學校的儀器校正申請服務，送校單位比率如圖七。



圖六 歷年儀器校正數比較圖



圖七 102 年儀器送校單位比率圖



圖八 中央氣象局測站分布圖

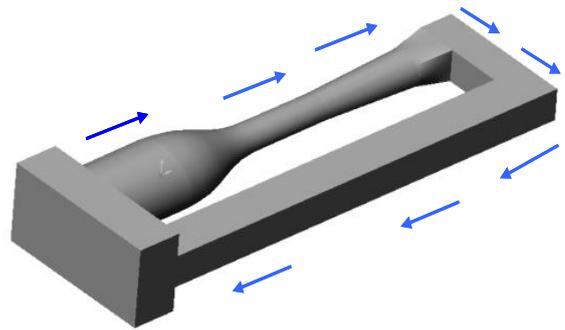
三、未來展望

實驗室校正作業經 20 幾年的運作下，已漸趨穩定與完善，且已有四項校正領域通過 TAF 認證，但由於校正品質、技術須持續的改善與進步，因此擬配合本中心與臺北氣象站板橋站區合署辦公房舍興建時，一併將測風儀(風洞)、雨量校正設備、日射及紫外線三領域之校正設備擴建或更新，朝自動化、標準化及精準化方向發展，以提昇本局氣象儀器校正

能力及公信力，以符合各氣象要素需求，未來發展之事項如下：

(一)、風洞之改善

測風儀校正實驗室現有一大型風洞，用以校正戶外型風速計，本風洞為一開放式 (open type)，風速最大量測值僅達 30m/s，無法涵蓋氣象觀測需求，另一缺點為運轉時產生的噪音達 110dB，遠超過本國「噪音污染管制」相關規範要求(<80dB)，為提升風速校正範圍及符合環保規範，擬新建一封閉式(close type)風洞，封閉式風洞優點是可達到較高的風速、噪音小、減噪成本低，其缺點是造價較高及需較寬廣的用地，此風洞完成後可將風速校正值提升到 60m/s，將可符合氣象觀測要求，及將運轉時的最大噪音降低至相關規範要求，並可於風洞內設一風速體驗區，讓民眾實際體驗各種風速之感受與情境。

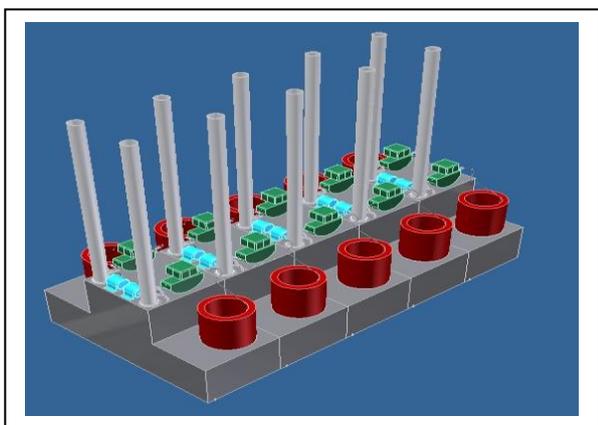


圖九 封閉式風洞圖示

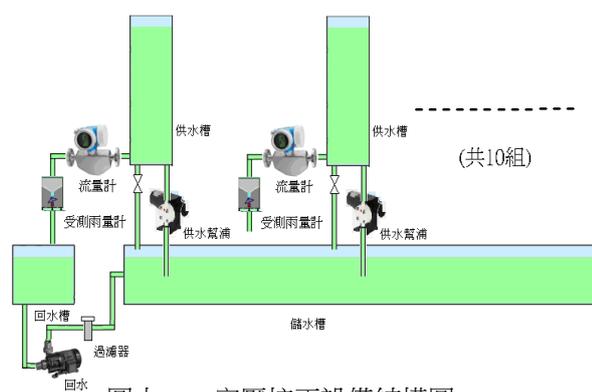
(二)、雨量計校正設備改善

現行降水儀校正設備為定量式，其優點為設備簡單、造價便宜、校正原理簡單、操作容易等，缺點為無法提高降雨強度、降雨強度會隨時間遞減、校正時間長、無制式容器、且採購不易、無法自動控制、量化不易等，因此未來發展擬將降水模擬設施由現行的「定量校正」改為「定壓校正」，(如圖十、十一)將降雨模擬校正範圍由 120mm/h 提昇至 400mm/hr，標準件科式力流量計可直接送國家標準實驗室追溯校正，系統可擴增為同時校 16 部雨量計，定壓校正方式不僅可縮短每部雨量計校正時間，並可自動化操

作、數據擷取及數據處理由電腦操控，減少人力需求，定壓校正流率穩定，可大幅降低量測不確定度以確保校正品質與準確度。



圖十 定壓校正設備圖示

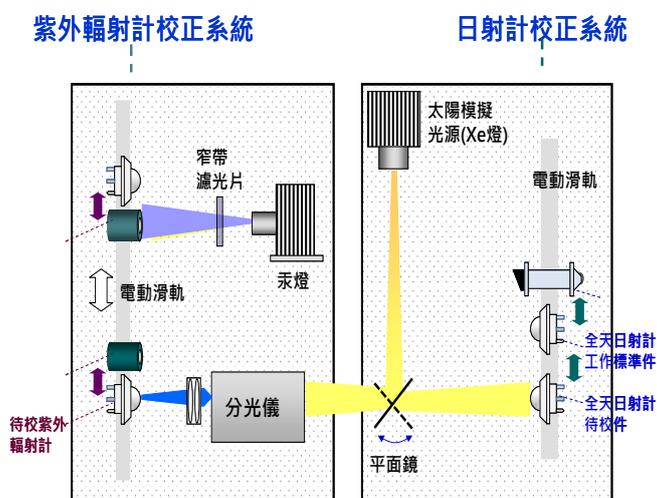


圖十一 定壓校正設備結構圖

(三)、建立日射及紫外線校正能量

太陽能為地球能源動力的主要來源，太陽輻射觀測已日漸受到重視，日照日射儀校正實驗室為因應國內太陽輻射觀測需求，將建立紫外線與太陽能輻射計校正能量，新增室內校正暗房（如圖十二），導入及比較不同校正方法，建立量測標準追溯鏈，將標準件送至國家標準實驗室與 WRR(World Radiation Reference) 追溯校正，確保本局在日照日射及紫外線測量的品質與觀測值的可信賴度，促使全國各氣象監測站之觀測結果標準一致，並根據國際規範以及參考其他國家實驗室的做法，以確保日照計及紫外線輻射計之校正方法與程序與國際同步，透過參與國際比對，與世界輻

射基準連結，也可提供政府與決策者有關風險評估之客觀資訊與科學依據，發揮季節性氣候應用與氣候減災之經濟效益。



圖十二 太陽輻射校正設備圖

四、結語

氣象觀測資料之準確性，端賴儀器之正確使用，觀測人員如要儀器發揮最大功能，首先應了解儀器之構造、原理、性能以及操作方法，平時對儀器應加以妥善維護，故障時亦能與予排除及修護，如此才能使儀器獲致最佳效果，度量衡標準的建立與維持，是一個現代化國家必備的基礎建設，正確的儀器校正，能有效提高工作績效，並降低內外成本，儀器設備會隨時間函數增加而有漂移、老化、汙染等現項，唯有定期校正才可確保儀器所量測之資料品質，所以校正是確保量測結果準確性的不二法門。