

中正國際機場自動地面氣象觀測系統及作業簡介

莊瑞華

The Automated Surface Weather System at the
C.K.S. International Airport

J.H. CHUANG

Abstract

The Automated Surface Weather System (ASWS) has been assembled to meet the particular requirements for C.K.S. (Chiang Kai-shek) International Airport. The System is made up of the following subsystems, which are required to fully automate one runway for category II operations in both directions.

- Two Cloud Height Systems located at each middle marker.
- Two Wind Systems located at both touchdown zone.
- Three Runway Visual Range (RVR) Systems located at both touchdown zones and at the runway middle point.
- One Air Temperature/Dew point System collocated with one Wind System at the runway middle point.
- One Precipitation System collocated with Temperature/Dew Point System.
- A complete Weather Observer's Facility with analog chart recorders and an integrated digital display of all parameters. It includes one complete Altimeter Setting Indicator (ASI) Subsystem.
- An integrated digital display for the FSS.
- Two digital displays for use in the control tower.
- Microbarograph, Mercurial barometer, and an Aneroid barometer.

方。

- 一具雨量計，安置於跑道中點附近。
 - 本系統之處理機，累比記錄器及數字指示器均置於塔台七樓之氣象台內。
 - 兩組數字指示器，分置於塔台管制室及諮詢台，指示之氣象要素與氣象台相同。
- 儀器設施位置如圖一。
- 國際民航組織機場氣象設施安裝標準(參考資料一)：

- 雲高儀：使用儀器降系統機場之雲高儀應設於中信標附近。
- 跑道視程儀：跑道視程儀應安裝在距跑道頭(threshold)約300公尺附近，與跑道中心線距離不得超過120公尺，安裝高度約5公尺，跑道長度超過8000呎時，在距離跑道頭1000至1500公尺處加裝一組跑道視程儀，第二類儀器降系統最低起降標準(Weather Minimum)跑道視程為350公尺。

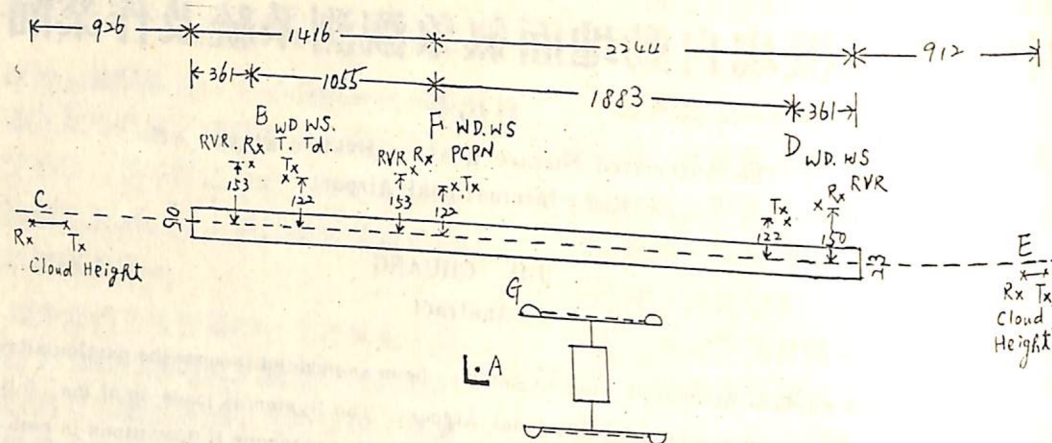
一、前言

中正國際機場已於民國六十八年二月二十六日正式開放啓用，其飛航設施符合國際民航組織所定之第二類(Category II)*要求，氣象觀測設施於六十七年七月開始架設，同年十一月完成，並正式啓用。

自動地面氣象觀測系統(Automated Surface Weather System, ASWS)由美國Carrollion公司承製並由桃園機場架設工程隊負責安裝，使主跑道之兩端均能符合第二類起降標準。

主要系統設置如下：

- 兩組雲高儀，分置於中信標(Middle Marker)附近。
- 三組跑道視程儀，分置於兩個落地區(Touchdown Zone)及跑道中點附近。
- 兩組測風儀，分置於兩個落地區附近。
- 一組溫度露點儀，安置於0.5跑道測風儀下



圖一：中正機場氣象設備位置圖。

說明 A：塔台及氣象台。 B：0.5 跑道視程儀，測風儀及溫度露點儀。 C：0.5 跑道雲高儀。 D：23 跑道視程儀、測風儀。 E：23 跑道雲高儀。 F：中跑道視程儀、雨量計。 G：諮詢台。

跑道視程儀感應器安裝基線長度為 250 公尺。(資料二)

(c) 測風儀：測風儀安裝高度應高於跑道面 6 至 10 公尺，遠程廣播用風向風速應取 10 分鐘平均值，本場使用之風向風速則取 2 分鐘平均值。

(d) 其它儀器之安裝應使其觀測所得數值能代表機場跑道為標準。

二、儀器說明 (資料三)

(一) 雲高儀：

德國 IMPULSPHYSIK GmbH 公司製造，CEILOGRAPH II 型。主要由發射器 (圖二) 及接收器 (圖三) 所組成，基線長度 76 公尺 (250 呎)，發射器每分鐘 300 次垂直向上發射強光脈波，接收器則由水平至 87 度仰角間每分鐘往復掃描一次，接收器掃描速度隨仰角之增加而減慢，數字指示器指示下列數值。

(a) 1 分鐘內接收器向上及向下掃描均接收到強光脈波反射時，指示器指示兩次所得最低高度值之平均值。

(b) 1 分鐘內接收器向上掃描接收到強光脈波反射，而向下掃描未收到脈波反射時，指示器顯示向上掃描所得之最低高度值。

(c) 1 分鐘內接收器向上掃描時無強光脈波反射

，向下掃描接收到脈波反射時，指示器顯示 3500 呎。

(d) 向上及向下掃描時均無脈波反射或雲底高度超過 3500 呎時，指示器顯示 3500 呎。

指示器指示高度值分為 20 級：

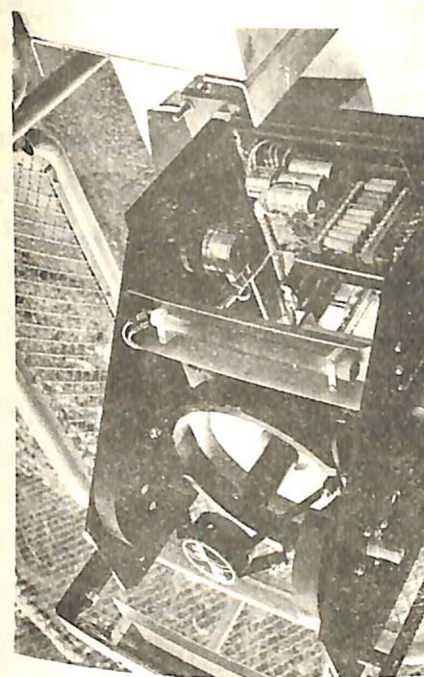
50,	100,	150,	200,	250,
300,	350,	400,	500,	600,
700,	800,	900,	1000,	1300,
1600,	2000,	2500,	3000,	3500 呎

本系統使用累比記錄器，記錄接收器接收強光脈波反射時之高度值，其記錄範圍 0~4000 呎。

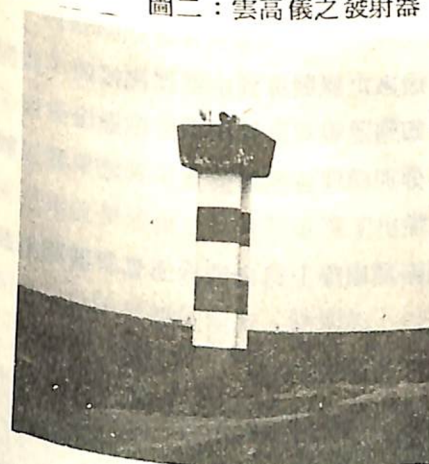
(二) 跑道視程儀，RVR System (圖四，圖五) 跑道視程儀由能見度儀，背景光感應器及特別設計之跑道視程計算機所組成。

能見度儀德國 IMPULSPHYSIK GmbH 公司製造。型式：SKOPOGRAPH SIMPL-EX，基線長度 75 公尺，發射器為強光脈波式每分鐘閃光 90 次，背景光強度區分為明亮 (Bright)，正常 (Normal)，中度 (Inter) 及黑暗 (Night) 四級。跑道燈強度區分為 3、4、5 三級，由塔台跑道燈強度選擇開關直接控制。背景光強度及跑道燈強度亦可用手動來控制。

數字指示器顯示 1 分鐘之跑道視程平均值，共區分為 20 級：150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550, 600, 650, 700, 750, 900, 1050,



圖二：雲高儀之發射器



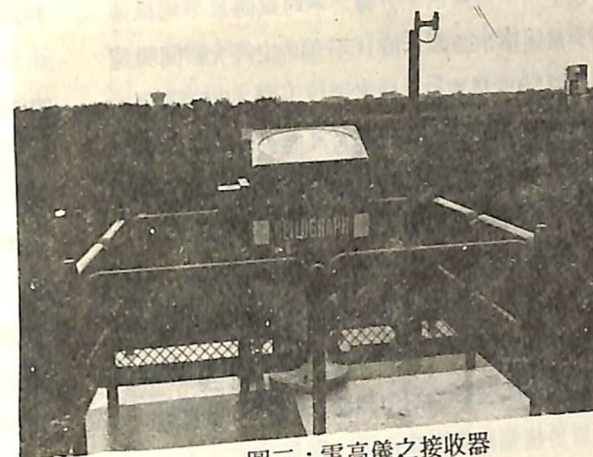
圖四：能見度儀發射器

1200, 1350, 1500, 1650, 1800 公尺，指示器上並附有正負符號以顯示 RVR 數值較前 1 分鐘為高或低。

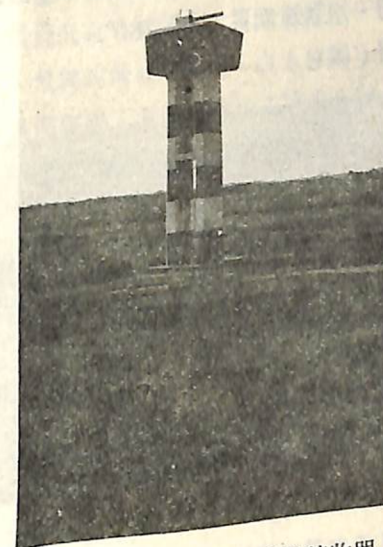
累比記錄器同時記錄透射率之百分比及 RVR 數值。記錄範圍 RVR 為 0~1800 公尺，透射率為 0%~100%。

(三) 測風儀 (圖六)

測風儀由風向感應器及風速感應器所組成，風向使用同步式風標 (Wind Vane) 測計，風速則使用三杯式風速儀 (3-Cups Anemometer) 來測計。



圖三：雲高儀之接收器



圖五：能見度儀接收器



圖六：測風儀 (上) 及溫度露點儀感應器 (下)

數字指示器顯示2分鐘之平均風向及平均風速，最大風速指示器顯示前10分鐘內之最大瞬間風速。風向以10度為單位，風速則以1哩/小時為單位。

累比記錄器分別記錄瞬間風向及風速，記錄範圍風向採用540度記錄以避免北風時記錄器之不連續擺動，風速記錄範圍為0~100哩/小時。

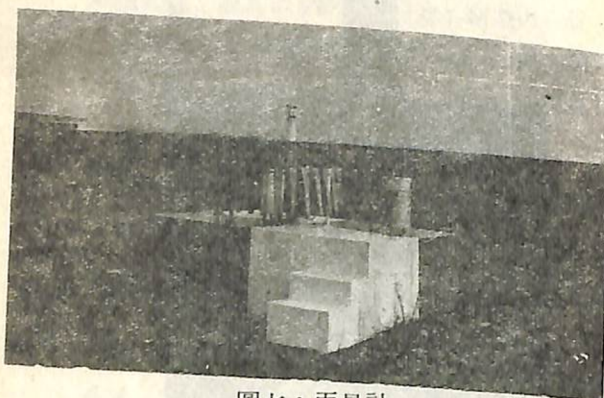
(四)溫度露點儀(圖六)

溫度使用白金電阻感應器測計，感應器置於抗輻射電動通風罩內。露點則使用充有氯化鋰飽和溶液之露管(Dew Cell)及白金電阻感應器所組成，並置於抗輻射通風罩內。

數字指示器分別顯示溫度及露點之整數值，小數位均刪除。當溫度或露點低於零度時，並有負號指示。

累比記錄器同時記錄溫度及露點溫度，並以紅、藍二色區分。記錄範圍為-40°~60°。

(五)雨量計(圖七)



圖七：雨量計

使用傾斗式雨量計測計降水量，承雨口直徑20公分，每次傾斗量為0.25公厘，雨量器週圍加裝活葉式風擋(Wind Shield)，數字指示器顯示降水量之累積數值，以0.25公厘為單位，當降水量累積數值達10公厘時自動歸零。降水強度數字指示器顯示設定時間間距(Time Interval)內之降水量，當傾斗式雨量器發送第一個信號時(亦即降水量為0.25公厘)，降水強度累積器顯示為0.5公厘，此為降水強度指示器之最低數值，此後每個信號輸入時，累積器增加0.25公厘。

時間間距選擇開關(Timing Interval Select Switch)設在控制面板上，以控制降水強度累積器之累積時間。可選擇下列各種時間間距：

1, 2, 5, 10, 20, 30, 40, 60 分鐘。

累比記錄器記錄降水累積量，當記錄筆記錄到達10公厘時自動歸零。

(六)高度表撥定值

此系統由壓力轉換器(Pressure Transducer)，導壓管(Pressure Vent)，及處理機組成，感應器置於氣象台內，並以導壓管外接至室外，感應器測計氣壓範圍為897.6至1102.4毫巴。數字指示器指示高度表撥定值，單位為0.1毫巴。

(七)警告系統

自動地面觀測系統並設有低數值警告系統，當雲高儀或RVR指示數值等於或低於設定之警告數值時，警告燈明亮，蜂鳴器同時發聲。

(八)傳輸系統

風向風速感應器、溫度露點感應器等信號均以移頻發送器(Frequency Shift Key)變換為移頻訊號，再發送至氣象台內之主裝置來處理。

(九)處理機

各感應器送來之訊號分別由處理機接收，並配合其他要素，如跑道視程計算所需之跑道燈強度，背景光強度等分別處理各氣象要素，其結果並以數字及累比訊號輸出。

(十)中正國際機場除上述自動地面氣象觀測系統外，並設有：

(a)福丁式水銀氣壓表。

(b)風車式瞬間風向風速記錄器及瞬間風向風速指示器，感應器置於跑道中點附近。

(c)傾斗式雨量計，單位傾斗量為0.5公厘，使用長期計次記錄器(Event Recorder)記錄降水量。雨量筒安置位置與自動地面氣象觀測系統之雨量器並排，但未加裝風擋。

(d)空盒氣壓表。

(e)空盒微氣壓計。

(f)手搖式通風乾濕球溫度表。

三、作業簡介

中正氣象台目前設有台長及主任氣象員各一名，觀測員八名，每班排定雙席位負責本場之氣象觀測，定期及特別天氣之發佈，趨勢預報之發佈，並應管制人員及飛行員之要求提供起飛及落地預報。

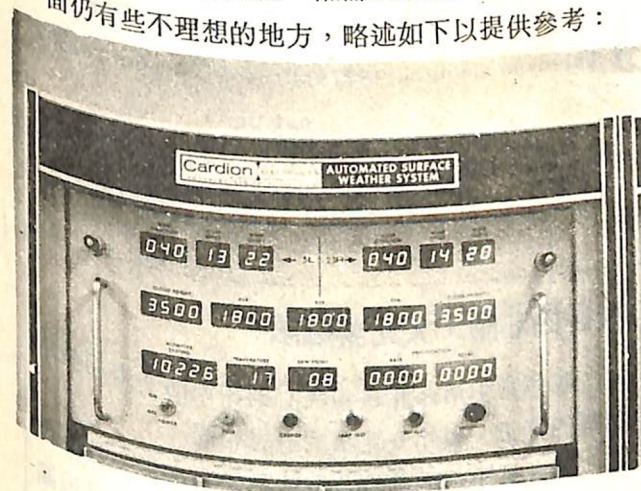
配合氣象中心之預報作業，發佈大風警報及繪製颱風警報報告單。颱風警報報告單並以傳真機傳送至諮詢台。

觀測員定時記錄天氣並視情況適時記錄特別天氣，同時將本場天氣以METAR或SPECI格式編碼後，使用M-40電傳打字機將電碼發送至台北總台所屬之電腦中心，由電腦中心以ADX-660電腦自動以高速轉發至本島及香港等有關單位(資料四)。

此外，塔台及區域管制中心並設有RD-804型顯示器與M-40電傳打字機串聯，立即顯示所發佈之天氣電碼。中正氣象台並設有傳真接收機，接收氣象中心傳送之地面、高空天氣圖，預報圖等，做為趨勢預報，起飛及落地天氣預報，大風警報發佈之參考。

四、結語

自動地面氣象觀測系統在國內尚為首次架設，其數字化之指示系統可明確顯示本場各氣象要素(圖八)，數字指示器並可延伸架設在塔台及諮詢台內，使其能獲得立即之天氣資料。而FSK之訊號傳送系統使連接之電纜及維護工作大為簡化，並提高訊號傳送之正確性，然而該系統在設計及儀器方面仍有些不理想的地方，略述如下以提供參考：



圖八：自動地面氣象觀測系統之數字化指示系統

(1)北風時，由於數字運算在0°與360°風向數值之不連續，而此系統未能修正此一不連續，造成風向平均數值出現錯誤現象，數字指示器甚至可能指示為180度。

若對於風向及風速之運算採用向量平均法(Vector Mean)，則可解決數字運算之不連續現象，並獲取正確之平均風向風速，其方法為將風向、風速轉換為u及v分量，分別計算u向量及v向量之風速平均值，並轉換為平均風向及平均風速。

(2)雲高儀數字指示器所顯示之平均雲高無意義，特別是低層雲移動快速時，接收器上下掃描時很難收到同一高度雲層所反射之信號，因此其平均值可能為一無雲之高度值。目前，該系統正在更改設計，使其能顯示兩次掃描所得之最低雲底高度值。

(3)雲高儀在濃霧、霾、中度至濃密毛雨、中至強度降水等天氣狀況下，無法顯示正確之雲底高度。

(4)RVR系統之跑道燈自動控制無法將正確之跑道燈強度提供RVR轉換器運算，因為跑道燈在無飛機起降時為關閉狀態，此時RVR系統運算時均以最低之3號強度計算，但實際在惡劣天氣狀況下，飛機起飛或降落時，白天使用5號跑道燈強度，夜間則視天氣情況使用4號或5號，因此RVR所指示之數值由於跑道燈強度之設定數值，與飛機實際起飛或落地時所使用之跑道燈強度不同，產生數字指示器所顯示之RVR數值均偏低之現象。

(5)降水強度使用傾斗式雨量器測計不當，由於其測計之降水量為一不連續之計次方式，因此造成降水強度變化之不連續，特別是選用較小時間間距時更為明顯；而長時間間距之降水強度只能表示平均之降水強度，對於觀測實無意義。若使用光電式水滴計數型，由於其單一信號所顯示之降水量可小至0.0083公厘，因此瞬間之降水強度或微量降水強度均可正確顯示(資料五)。而降水強度指示器指示之數值僅為設定之時間間距內降水量之累積數值，並未轉換為一般氣象上所使用之公厘/小時之降水強度單位。

(6)本系統之FSK傳送系統僅傳送資料而無偵錯碼之傳輸，因此當傳送過程中受到干擾時，可能發生錯誤而無法校驗，此情況在風向、風速訊號之傳送時更為重要，因為觀測員無法立即判別風向、風速數值之不連續變化究為風場之突變或僅係干擾所造成，因而延誤天氣報告之時效甚或可能影響飛行安全。若傳送系統能加設偵錯碼(Error Detection Code)，處理機接收到此等信號，經解

碼後，能立即判別訊號傳送之正確與否，並做為運算時資料取用之選擇而提高指示數值之正確性。（參考資料3）

(7) 數字指示器所顯示數值不正確時，雖可利用手動撥碼器來修正數值，但對於變化頻繁之風向、風速、及最大風速等氣象要素實無法以人工來修正。而RVR數值必須經儀器之測計並加入背景光及跑道燈強度信號，由計算機運算所得，實無法用肉眼觀測來加以修正。對於此類之手動撥碼器不如改輸送儀器之使用狀況如NA（數值不可靠）、NO（未開機）、OM（保養中）等較為實際。

(8) 本系統已將氣象要素數值化，因此若能加裝簡單之數字記錄器，則可定時記錄各要素之數值，對於爾後之氣象統計可節省大量人力，並可提高統計之效率及其正確性。若使用磁帶記錄器（Magnetic Tape Recorder）則其記錄之氣象資料更可直接輸入電腦，以免除人工登錄之費時費事及錯誤，並提高工作效率。

（作者通訊：民航局氣象中心）

參考資料

1. ICAO; 1976: Meteorological service for International Air Navigation, Annex 3.
2. William M. Flaner; 1976: Runway Visual Range.
3. Cardien Electronics; 1977: Automated Surface Wether System Instruction Manual.
4. 楊厚明; 1979: 中正國際機場飛航設施簡介。無線電電視電子技術季刊 Vol 18, No.3。
5. 蕭華; 1976: 日本新東京國際機場航空氣象觀測設施系統。氣象預報與分析68期。
6. Teledyne Geotech; 1977: MDS-888 Remote Terminal Unit.
7. 趙滋蕃; 1979: 十大建設速寫——自強之果——P.305-P.335 中央日報編印。

春夏東南風，不必問天公

東南風來自海上，濕度大主降雨。這句話對我國大陸沿海有效，對本省而言就不盡然，因為我們有一條中央山脈阻住了濕氣的伸入，致西海岸在此條件下，大多數的地方是比較熱的天氣，僅西南部，尤其是屏東地區，在此條件下當海風最強時易生雷陣雨。

秋冬西北雨，天光樂融融

我們常引用西北風到底（到達南海）來預側冷鋒後的好天，與此一諺語的意思相同。

西北風不但因源地及路徑乾燥含水少，且屬槽後及輻散氣流，下沉增溫，相當濕度更低。又根據位渦度（potential vorticity）方程可求得一氣塊自 60°N 沿反氣旋路徑南下至 30°N 時厚度會減小 $2/3$ ，也就是說冷空氣一面南下一面發生下沉增溫，相對濕度亦減小。因而西北風下，雨過天晴，豈不快活！