

航空氣象勤務之展望

徐應璩

The Outlook of Aeronautic

Y. C. Hsu

一、前 言

近年來航空器已進入噴射時代，火箭、飛彈之相繼發明，使氣象與航空以及軍事之關係日益密切與重要。航空方面因飛機速度之增加、飛行高度之升高，因之匪特地面觀測必須力求精確，而高空觀測以及天氣預報亦必須能相應向天空擴張到達平流層之高度。自雷達高射炮及對空火箭發明以後，各交戰地區上空之風向、風速、濕度、及溫度之精確數值，尤為防空不可缺少之要素。對洲際轟炸機、運輸飛機、長程火箭或飛彈而言，廣大區域之高空氣象資料及其預報，實在已是極重要之作戰情報。

為適應以上之各種要求，未來之航空氣象究應如何發展，實深值我們注意。依照筆者之觀察，其原則不外以下三項，此即觀測力求實際、傳遞力求迅速、以及保障航行安全。

二、觀測力求實際

過去若干年代中，或由於觀測地點之遠離跑道，造成氣象台之天氣觀測內容與飛行員目視者相異之缺點，或由於觀測儀器之效能限制，致使觀測範圍僅限於地面，因此若干與飛行安全有莫大關係之觀測要素諸如跑道溫度、濕度、氣壓、能見度及雲幕高等，均難得精確數值，其結果乃直接或間接誘致航行失事之慘況。

在觀測力求真實的要求下，我們可以想像得到的改進如下：

(一) 選擇代表性之觀測地點

目前西太平洋中之主要美國空軍基地，若干已將氣象台之觀測點遷移至跑道頭，若干則於跑道頭建立第二觀測點；前者各種觀測均在跑道頭執行，後者則於必要之天氣條件下，方將天氣觀測移往跑道頭執行，此種措施之目的，即在選擇有代表性之觀測地點，庶幾氣象人員在地面所得之測報內容，儘可能與飛行人員目視者相接近，而今松山國際機場交通部氣象台觀測場自民航大樓以南草坪，遷移至新跑道以北新塔台附近，不失為可讚美之改進。

(二) 改用新式觀測儀器

1. 紅內線濕度計 (Infrared Absorption Hydrometer) 紅內線濕度計為一可自動連續測量及紀錄空氣濕度之電子儀器，此儀器之原理係利用兩種不同波長光束投射於欲測量之空氣上，其中一種波長易被水汽吸收，另一種波長完全不被水汽吸收，故測量穿過空氣後兩種波長光線之能量比，即可得空氣中所含之水汽量。

此儀器可以分為三部分：

① 光束投射器 包括發光燈及一窄波段紅內線濾過器，可發射兩種波長之光線，其一波長為 1.37μ ($1\mu = 1\text{Micron} = \frac{1}{10^6}\text{Meter}$) 易被水汽吸收，另一波長為 1.24μ 不為水汽吸收。

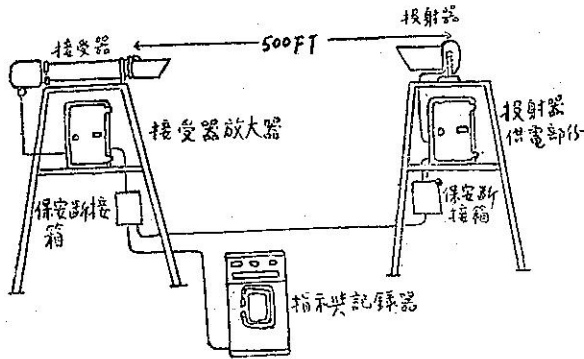
② 檢收器 此部份含一硫化鉛光導管，此管對於紅內線接收靈敏，反應迅速，可檢收由光束投射來之兩組光波使其變為電能，經放大後送至紀錄器，以求出空氣中所含之濕度值。

③ 紀錄器 此部份主要為一自動平衡之電位器，接收器輸出之信號送至紀錄器後，紀錄器可自動求出二光波電能之比例而紀錄之，即可得出空氣中所含之濕度值。

2. 透射計 (Transmissometer) AN/GMQ-10

透射計 AN/GMQ-10 係一自動連續觀測及紀錄水平能見度之電子儀器 (圖一)，通常裝置於飛機進場區域或跑道上易出危險之位置，對此等區域之水平能見度作客觀準確之測量，以免除目視之誤差，使飛機於各種天氣下可作最大量之活動。

此機器之工作原理為自投射器發射一組光波，此組光波穿過 500 呎被測量之空氣後，為能感光之接收器所接收，其所接收光能之強弱可決定接收器輸出電波頻率之高低。此電波送至指示及紀錄器後，指示及紀錄器即指示



圖一：透射計

之交流脈波轉變為直流電，直流電流之大小與脈波之週率成正比，指示器及紀錄器即指示及紀錄此電流之值。指示器於能見度最佳時調整至指示於 100，故指示器之讀數可表示當時能見度值與最佳能見度值之百分比。

3. 雲幕計 (Ceicometer) AN/GMQ-2

雲幕計 AN/GMQ-2 為測量並紀錄雲高之自記電子儀器(圖二)，此儀器可日夜連續自動測量及紀錄固定地點(通常為跑道上空)雲底之正確高度。

雲幕計包括三個主要部份，即光束投射器 ML-335/GMQ-2，檢收器 ML-337/GMQ-2，及紀錄器 ML-336/GMQ-2，其各部之工作原理分別詳述如下：

①光束投射器 此部份係一方形櫃狀物，通常裝置於跑道中央之側，內裝一弧形反射鏡及一兩千五百萬支燭光之高壓水銀汽燈泡。燈泡之下為一空氣壓縮器，用以冷卻燈泡之溫度。此部份內另有備份之燈泡三個，如燈泡逾齡燒壞則可自動轉換以代替損壞之燈泡。燈泡所發出之光經反射後可垂直向上投射每秒 120 週之交流調頻光束，光束射於雲之底部即被反射於雲底呈現一光點，此光點隨即為檢收器之感光管所感受。

②檢收器 檢收器裝置於光束投射器之同一水平高度上，二者之距離視實際情況而定，通常為百米，其間須無障礙物。此部份係一可自動上下作 90° 轉動之桶狀物，內裝一感光管，用以感受雲底之光點，而定出光點之仰角，並將此信號送至紀錄器。此部份主要之工作目的在定出光點之仰角，以光點仰角之正切乘以檢收器至光束投射器間之距離，即可得正確之雲幕高。

③紀錄器 紀錄器之主要部份係一自記鐘，由檢收器輸出之信號進入紀錄器後，此部份即自動紀錄光點之仰角以供氣象觀測人員計算之用。通常紀錄器係裝置於天氣供應室內。

4. 氣象雷達機 AN/CPS-9

雷達對於氣象方面之應用，主要係對雲、降水、及風暴之測量。地面所用之氣象雷達機，最初係將 ANP/Q-13 型空用雷達機改裝於地面以行探測。但旋即發現此種雷達機僅能對天空作平面之探測，其所測得之資料僅包括雲、風暴及降水之面積、距離、及其移動方向。其他如雲之高度、厚度、風暴影響之高度、降水發生之高度、以及界面之坡度等，均無法測得。自 1953 年專用於氣象探測之雷達機 AN/CPS-9 型被採用後，上述諸氣象因素均得精確測定，因之對於天氣預報有莫大之裨益，尤其對於地域性之雷雨、風暴、及龍捲風等敵厲天氣現象，更能準確測量及預報。

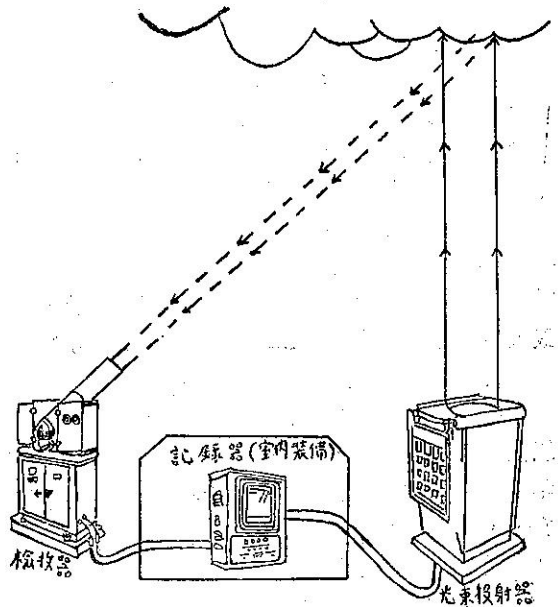
並紀錄現有能見度值與最佳能見度值之比例，以供氣象人員之參考。此儀器之投射器及接收器通常裝置於跑道之兩側，指示及紀錄器則裝置於天氣供應室內。

此儀器之三主要部份分述如下：

①投射器 主要為一備有反射體之發光燈，由穩定電壓供應電流，使燈絲所發之光保持一定強度。此部份且有一自動開關設備，以便核驗。

②接收器 此部份有一望遠鏡，接收投射器射來之光線，此光線照射於一光電接收器上使有脈形電波之輸出，脈波之頻率與所受光能成正比。

③指示及紀錄器 此部份可將由接收器輸入



圖二：雲幕計

氣象雷達機 AN/CPS-9 包括下列各主要部份：

①發射部份 包括產生脈波信號及將之傳輸至射週部份之設備，主要工作在於產生脈波信號。

②射週部份 包括天線、導波管及双向儀，主要工作為發射脈波至探測之空氣中。

③接收部份 包括接收波線路、變頻及視波放大部份。主要工作係接收被反射之脈波，放大後送至陰極射線管，以顯示目標之型狀。

④同步及指示部份 此部份產生並放大控制天線運轉之能量。

⑤電源部份 控制交流電於雷達機內之使用，並整流以供應直流電。

⑥加熱及通風部份 此部份保持雷達機於安全溫度下使用。

此雷達機之天線、天線控制、接收及發射之各級均裝置於開闊之建築物頂上，脈波產生器及調波器裝設於天線 150 呎之距離內。控制台則裝設於氣象台內，距調波器約 1/2 哩。

此雷達機使用數個陰極射線管，以指示目標之方位、距離、高度、及其平面與立體之剖面圖。

此機器之主要性能如下表：

巔值輸出：250KW（千瓦）

射頻：9,317mc ± 87，波長 3.2cm

探測距離：最遠可達 250 哩，最近為 1/2 哩。

最遠距離之準確誤差：0.2%。

方位範圍：視界為 50 度，方位可任意選擇。

方向準確性之誤差：1°。

仰角範圍：仰角之視界亦為 50 度，自 5° 起至 90°，均能作 50° 之瞄掃

仰角準確性之誤差：1°

全重：4,060 磅

5. Sferic 觀測網

Sferic 觀測網係利用不同地點所記載大氣界中放電現象之分析，以測定大氣界中之嚴厲天氣現象。其最大觀測距離為 3,000 哩，有效觀測距離約為 2,000 哩。

(三) 增加氣象偵察之密度

對於紀錄稀少地區天氣實況之瞭解，唯一確實有效而且經濟迅速之方法，端賴於氣象飛機之實地偵察。茲以偵察颱風為例，太平洋面積為海洋之冠，尤其西部低緯地區之馬麗安納群島附近，為著名之颱風誕生地區，歷年來危害遠東各國之強大颱風，90% 以上均自該地區發生，為確保颱風災害之避免，對於該危險區域氣象偵察之密度，必須增加。

(四) 尋求飛行員之合作

以上各種措施，純就氣象人員單方面之努力，充其量只能求得氣象測報之大多數準確，尚不能絕對準確，因為諸如飛機進場降落時之斜視能見度 (Slant Visibility) 問題以及進場之雲幕高度變化問題等，氣象人員本身只在地面一點觀測，根本無法解決，似此，氣象人員除力求與飛行人員密切合作，利用一切飛機起降，請飛行人員測報，將紀錄依照時間順序列表，保持於氣象台以供參考外，別無其他方法。

三、傳遞力求迅速

氣象為情報資料之一種，氣象情報本身價值之有無，完全決定於傳遞之速度，亦即能否合乎時效，有無應用之價值。試以一般氣象台每日所繪之北半球地面天氣圖而言，該圖之預報效能，不過僅為資料時間之未來二十四小時，假若該圖自收集資料經填圖、分析以至分析完成，必須耗用廿四小時，試問尚餘什麼應用價值？又若目前各地之逐時觀測，其應用價值僅一小時；特別天氣觀測之應用價值僅一二十分鐘或二三十分鐘，而經中央情報收集站之轉播及應用人員之譯佈，若前者需時近一小時，後者需時約數十分鐘，試問尚有何種價值可言？檢討以往之航行失事，因目標區天氣突然變劣情報未能適時有效到達飛行員手中之原因所造成者，比比皆是。由於此種慘痛之教訓，氣象情報傳遞之迅速確實，誠氣象從業人員迫不及待之要求。

氣象情報傳遞速度之改進，約有下述數端：

(一) 利用高速電傳打字機傳送天氣報告

我國目前應用於氣象通信用之電傳打字機，其速度約為每分鐘六十至七十組；若能改用高速之電傳打字機——每分鐘可傳送氣象情報一百組——則傳送時間可快達三分之一。

(二) 利用自動電傳紀錄儀 (Teleautograph) 自氣象台之觀測點，將天氣測報傳送至氣象台、飛行管理室、塔台、電台、航管中心，GCA、GCI……等單位。每一電錄儀發射機，可同時連接十具接收機。當觀測人員將觀測內容書寫於一紙片上放置於自動電傳紀錄儀之發射機上，所連接之十具接收機上，立即自動記載出相同之觀測內容。其效能較之目前我國所用之專線電話遠為顯著，其優點一方面可以不必似現在之區分優先談話程序，一方可以免除傳遞錯誤，此外更可節省時間。

由於自動電傳紀錄儀之費用較鉅，目前在遠東之美軍基地，全部改用錄而機以代替之，而作為傳送各項觀測紀錄至本基地各有關單位之用。其裝置線路如前，每當觀測員重新紀錄下最新之天氣觀測報告，按下電鈕，各接於該錄音機之電話機上所裝紅燈，即行發光，需要最新天氣報告者，祇須將電話機拿起放於耳旁，即可聽到最新的天氣報告錄音。

(三) 利用錄音機供應天氣預報

氣象台之當地天氣預報書就以後，即予以錄音，在廣播機中繼續不斷廣播，凡對當地天氣預報有興趣者，祇需將電話轉動至該天氣預報廣播機號碼，即可聽到最新天氣預報之錄音，目前日本東京氣象廳，即採用此設備，供應東京數百萬人之天氣預報，其顯著之功效有二：第一可以節省供應之人力消耗；第二可以有一致性之供應內容，決不致有人言互殊自相矛盾之弊病。

(四) 利用超短波之第十三波段，氣象員可直接在氣象台中，與過境飛行於數萬呎高度之飛機通話，供應飛行員所需之各項天氣資料。

(五) 利用微波及緊急電話系統等，儘速將天氣報告自管制中心 (ACC) 傳送至管制報告中心 (CRC)，轉送至飛航中之飛行員。此項傳遞主要者為特別天氣觀測，其所爭取者為一分一秒之時間速度。如此，則航行地區無論起飛站與降落站或沿途，無論何處天氣突然發生變化，一二分鐘之內，即能傳達於天空之飛行員手中，因天氣轉變造成之飛行失事，即能有效避免。

(六) 集中使用人力縮短圖表之完成時間。

氣象台之主要工作，除去觀測便是預報，所謂預報工作，實際包括若干種標準天氣圖之繪製與分析，以往之舊制，各類圖表之分析，分配各個不同人員擔任，例如某甲值班時擔任地面天氣圖之繪製分析工作，某乙值班時擔任高空等壓面圖之繪製……，事有專責是其優點，但時間浪費為其缺點。美國第一氣象聯隊在東京氣象中心，自本年春季起，關於工作分配改採集體工作制度，其方法即所有之工作人員在某一短時間內，共同分擔同一天氣圖分析工作，另一短時間內，又共同擔任其他分析工作，因此圖表分析之時間乃得縮短，預報之時效大大提高，例如目前該中心由傳真機所廣播之0000Z 地面分析圖，在資料時間四小時又五分鐘之後，即播送完畢。

四、保障航行安全

航空氣象勤務之終極目的，厥在保障航行安全，關於此點，筆者願將美國空軍現行之兩種守視制度，簡單介紹於下，以供參考。

(一) 天氣守視 (Weather Watch)

所謂天氣守視，即觀測人員之每日廿四小時繼續不斷之注視天氣變化。如上面所說，目前美國空軍若干氣象台已將觀測點遷移至跑道頭，新天氣觀測室之牆壁大部利用玻璃，自室內觀察室外毫無困難，觀測人員在值勤之時，除書寫紀錄之極小部份時間以外，規定必須隨時注意當地各方向之天氣變化，設若天氣變化之程度合乎測報特別天氣觀測之標準，便須立刻往室外執行觀測，編成電碼，依照第三段第二節所述之手續，將報告內容送達有關單位，時間絲毫不能耽擱。

(三) 氣象守視 (Met. Watch)

所謂氣象守視，係指氣象值勤人員對於航行中飛機安全之守視。依照目前美國空軍氣象作業程序，任何

(下接第43頁)