

氣象事業之演進及其展望

畢夢痕

The Evolution and Outlook of the Meteorological Affairs

引言

數千年來，人類備受變幻無常之天氣影響與支配。其影響所及，有時情況較輕，有時則生命財產均蒙受重大損失。但造成此種天氣變化之原因——天氣系統之移動為其主因之一——直至最近年代，方始瞭解。天氣系統移動，所見天氣型態亦隨而改變。預測天氣系統移動及移動時之變化，為天氣預報要項之一。因此，若能獲得在複雜天氣包圍中所欲預報地點之天氣，其四週大範圍地區之最近天氣報告，需予考慮。基於同理，惟有在世界各國充分合作推行之國際基礎上，方能有效研究天氣。

為提供有效合作方法，一八七三年建立國際氣象組織，一九五一年改稱「世界氣象組織」(WMO)為聯合國之一專業管理單位。國際氣象組織長期歷史趣味橫生，成就卓著——詳情在其他文獻中記載甚多，故不再述。

美國已故總統日廼迪氏曾云：

「……我們生息於斯的大氣中，它促使生命能够存在於太陽行星上？科學家經數十年之研究，大氣科學之問題重重，困擾仍多。究其原委，多為吾人之進步有限。天氣既不易複製，亦難由實驗室試驗。倖而現在已有嶄新合用科學工具，如計算機，火箭及人造衛星等，乃使利用各種訓練方法，產生協同突破之時機成熟。

……大氣科學需要從事全球性觀測，因而需求國際合作。」

一、氣象業務之演進

有組織的氣象業務之推動，早期應歸功於航海家。船隻航行期間，一位優良水手需兼為一位優良氣象學者不為功。事實顯示，一八五四年在黑海受強烈風暴襲擊而沉沒之英法海軍戰艦，事前如能獲的風暴接近消息，此次災難當可避免。然亦由此刺激，得使歐洲各國氣象業務之創建勃興。

甚多改進與氣象業務之建立兼俱而屆，大氣觀測方法之改良，陸地氣象測候網之現，商船測報定時海洋天氣資料之發報，海洋氣象船之派駐、風箏、汽球、飛機、無線電探空儀及火箭等經常探測高

空大氣，最近並有圍繞地球軌道的人造衛星，從事觀測全球性地球大氣。

目前世界各國，幾無一未具全國性氣象組織，且未從事探討性研究工作者亦幾希。故各國既經納入此國際性共同組織後，在一定之方針政策下，正羣策羣力，為促此共同應用科學「氣象」發展之程途邁進中。

二、目前世界天氣報告交換情況

每日二十四小時內，均約有十萬次地球表面上各地天氣狀況之觀測和一萬一千次高空大氣的觀測紀錄。此種紀錄係由八千陸上氣象台，三千架空運機和偵察機，以及四千艘商船測報之結果。測報時次，要素、方法、程序等等均按國際標準規定。現由氣象衛星及火箭所測得之報告，亦加入該項紀錄內。

全部資料經各國家中心、地區中心、洲際中心等通信網收集彙轉各國。此為構成全世界各地所繪天氣圖之基本資料。此類天氣圖通常每隔六小時繪製一次（有時為三小時），以作為分析現在天氣態勢和提供各種目標——農業、航空、水運等——天氣預報之方法。因此，乃增擴線路（全球性通信網）一條，藉以保證基本天氣資料的即時收發。

所值特予注意者，即本通信系統於北半球內，建立一條快速而能選擇氣象資料之交換通信線，包括紐約、歐芬巴哈（德國）、莫斯科、東京及新德里等五處主要收發中心。

三、現行氣象業務之得失

上述天氣測報及資料交換情形，顯示現代世界中天氣資料之重要，且確為一件值得推行之國際合作事項。其中得失所在，均對吾人有莫大之影響，茲分別檢討於下：

南半球方面，海洋面積佔百分之七十五，地面及高空天氣報告，極為稀少。南半球內交換資料之通信設備，急待改進。

關於高層大氣資料，全球均感不足。此項資料之重要性，不僅為預報方面（特別應航空之需）着想，且亦為對大氣過程更深瞭解所需要。衛星雲層

照片早已顯示高空大氣現象，定時探測氣球全未測得，由此可知高空大氣觀測網如何稀少。

預報員之能否有效應用所收到之天氣資料，全賴資料收到之快速程度。故天氣資料傳遞速率為一重要問題。改進預報，國際天氣報告交換，決不僅在獲得資料多寡為滿足，更須加快速度。

由於南北半球天氣現象互有關聯，顯示更進一步推動資料交換系統，方可改進氣象科學。尤其努力於延長預報時限達數日以上，或一月，兩半球天氣資料如能經常提供預報員應用，其長足進步方可有望。因此，立即交換兩半球資料，乃屬急需。

全世界均認識天氣資料，不獨可加強軍事效率，並可提供經濟發展利益，天氣資料之需要大增。農業、水利、及交通等方面均為經濟發展之重要項目，全部在某一方面或另一方面依賴天氣及氣候，但現行氣象業務則不能給予最大幫助。

如何改正此類缺點，藉以導致更有效而適合各方面之需要？就實際發展情況，可分兩點予以解決。一為運用新發明之科學工具，另則為推行世界天氣守視制度。

(一)新工具——人造衛星及計算機

環繞地球軌道之人造衛星，為觀測天氣最新工具，該項新工具介紹兩種勝過所有以其他已知技術為手段而獲天氣效果者：

1. 提供由外太空觀測天氣方法
2. 提供真正全球性即時天氣資料之方法

衛星觀測項目，除雲層狀況，尚有地面積雪和海洋浮冰。並藉紅外線輻射感應器，測量地面和雲層溫度，以及雲區；且於黑暗情況下，使正常照相方法不能使用時，偵察雲層系統。

氣象衛星又可裝置靈敏光度計，藉光學方法測量地球表面明亮度，而便偵察雲區。

衛星資料播送方式有二，一為先予貯存，待通過接收站鄰近，受命發射該站收用。另一方式，則為最近所發明，即將所測資料，連續自動發射，以供沿途各國用簡易價廉之地面儀器接收。此種自動照片傳送設備之新式重要發展，可將圍繞接收站一千六百公里半徑周圍地區，以照相方法直接接收天氣資料，範圍遠達世界各國。換言之，不論國體之大小，均能直接參與太空時代事業。事實上許多國家早已裝設自動照片傳送接收機。

自動傳相機系統另一重要利益，乃在另一情況下，簡化安排由少數主要接收站，傳遞此類資料至

每一國家。

但須加注意者，解析由氣象衛星所得之資料，為一極有技巧之工作，需用特殊訓練之人員。偵斷重要雲層自非難事，但熟練科學家可由衛星照片推知較此更多之成果。雲狀、雲高、風向以及甚至噴射氣流亦可測出。同時祇有受過特別訓練方能從事其他資料之剖析（紅外線及光度測記）。因此，值茲氣象衛星提供各國利用，並在繼續擴大其範圍之際，各國亟須注意專業人員訓練及辦理所獲資料識別判讀工作。

氣象衛星設計雖已非常進步，但更進一步之發展又在擬議中。諸如通過地球大氣層垂直溫度變化偵測方法；利用衛星收集世界陸地及海上自動氣象台天氣報告；利用衛星為通信工具，交換世界各國間天氣報告等，故氣象衛星之出現，實為氣象科學之轉捩點，並在世界氣象事業發展前途中，佔據極有價值之地位。

計算機

一九二二年，英國數學家李察遜氏，大膽提出應用數值法預報天氣之理想。此種理想係根據公認之大氣變化係遵循動力和熱動力定律之已知事實而立。並假定已知任何時之大氣狀態，均可應用此類定律算出未來任何時間之大氣狀態。但此類定律本身在實用上極為複雜，惟如以簡化模式應用於一短時間內（通常為一小時）之天氣，並多次重複此項過程，則可獲得定時內之有用天氣預報。

應用李察遜氏理想，開始有兩大困難，第一乃為實施此法所需提供之大氣資料過於稀少。嗣後此次情況大為改進，已如前述。惟需要發展之全球測報系統仍極龐大。倖而近已提供某種確認解決方法。

不能實現李察遜氏理想之第二種原因，乃為可以獲得有用結果之計算方式，包括範圍太大，而非已知任何方法所能勝任。當時推演李氏理論進至實用，需用六萬四千位數學家，根據二千座氣象台之測報資料，從事預測全球天氣，方能充分與天氣演變之步驟配合。

但自高速電子計算機發明，使李氏理論得以變成實用預報技術。此即目前世界上許多國家日常所應用之技術。數值天氣預報，現已確被公認為開啓預報天氣重要可靠門戶之嶄新技術。

最新電子計算機，一二小時內即可將世界全部測報資料，予以整理完畢，而供繪製未來七十二小

時預報天氣圖。繪製此項預報天氣圖全階段之方法，完全為客觀性。計算機不獨完排整列資料，並亦校正各個報告，剔除錯誤報告，甚至提出剔出之原因。預報員於是據之以主觀方法，解釋天氣圖上各種雨雲等預測。許多國家正在從事研究推展預報範圍，並由計算機本身直接產生雲雨及其他氣象要素之預測。

所以裝配電子計算機之氣象中心，在發展世界氣象事業前途中，將有顯著表現，實毋庸驚奇。

四、世界天氣守視

世界天氣守視計劃，分為三大類，即全球測報制度，全球通信制度，及各種氣象中心。茲將該三類計劃活動情形，分述於下：

(一)全球測報制度

目前地球上不到四分之一之地區，有足夠之氣象台。即使此種有足夠氣象台之地點，舉辦高空大氣探測工作者，亦嫌過少，且探測高度亦不理想。至海洋方面，雖有一部份船舶氣象報告，可供應用。但大部份海上氣象資料很少，甚至完全沒有。此點說明，吾人不能充分知道地球上大部份地區之空氣結構。此項結構，則為瞭解任何時間內所發生大氣物理演進情形所必需。此項氣象網之空隙，亟須藉全球測報制度予以真充。

陸上可以建立新氣象台予以填補之，更須大量擴充探空工作，以加強高空大氣探測；此點尤以正在開發之國家為亟需。不適人類生存之少數地區，則以設置自動測報儀器為宜。

海洋區域應另覓解決方式。增加商船定時氣象測報，並大規模採用無線電探測工作，藉資促進目前高空測報網。但此，對無船往來之海面上之大氣模型問題，尚難解決。

倖而氣象衛星業已獲得真正全球性氣象資料。利用電視照相機和紅外線輻射感應器，偵測覆蓋地球上之雲層，由此項資料能夠充分推知天氣系統，移動及演變。衛星所具備之此項有價值用途，首次給吾人以世界天氣之全球性概念，將來自必繼續擴展。電光及其他新設計，或將包括「雷閃」，將使衛星可用於測定垂直溫度及其他要素。

其他配合完成全球測報制度之方法，包括特別飛機偵察飛行，另加商用飛機氣象報告。Drop Sonde 之利用——由飛機投下繫於降落傘之探空儀，下降時發出探測報告——似已普遍。氣象火箭及

海洋氣象船亦均扮演重要角色。

(二)全球通信制度

規模遍及全球，試驗應用性大氣觀測的處女通信設施，前章已予述及。但如無快速可靠收發資料制度支持，則所用金錢及努力收效甚微。因此發展一種通信制度，力能處理大量氣象資料，以與世界天氣守視計劃之其他方案，携手並進，乃屬必要。

簡而言之，全球通信制度乃收集世界各地天氣測報，考慮獲得測報紀錄之各種方法，確保迅速傳遞此項資料至各待用國家之氣象中心，區域氣象中心，世界氣象中心。第二項重要任務為提供天氣分析及預報之分送方法。預報部份中之惡劣天氣接近警報，必須立即予播送，以供早期採取保障生命安全各種措施。故此項制度之基本要求為迅速確實。

為達成此項目標，現正計劃一種名為「主幹線環路」之高速度電路，連接三大世界氣象中心。該電路傳遞速度約為每秒二四〇〇比子（等於每分鐘三六〇〇字），較之通常印字機快五十倍。此項電路連接各國計算機，橫跨各大洲，能在極短時間內交換並整理龐大資料。它能準確迅速交換數字與圖片資料，如天氣圖與雲層照片等。多數區域氣象中心，國家氣象中心將可直接連主幹線環路網。適當地點配置通信設備，連結於主幹線環路網上，以資相互傳遞資料之用，亦在考慮之列。

激起世界天氣守視之技術革命，對於全球通信制度，亦有推動力量。現在衛星技術所產生進展，對於通信方面，造成重大之改進，能使費用大量減少，而有最高發報速率。尤其令人鼓舞之事項，則為環繞地球軌道太空器，裝置測定有人或無人氣象台位置，詢問觀測紀錄。用此法獲得之資料，可提供選定之地面指揮站或廣播給一羣氣象台抄收之。

(三)各種氣象中心

1. 世界氣象中心

建立特別中心，為實現世界天氣守視計劃之基礎，已早自指定三大世界氣象中心開始。其中二者位於北半球，即華盛頓與莫斯科，第三中心則在南半球之墨爾本。雖然各中心工作尚在初步階段，但其活動範圍將逐漸擴大，以應新世界制度之需要。各中心必須裝設高速度電子計算機及現代化通信設備，以配合全球性天氣資料收集和發佈。

各該中心工作，首為接收全世界定時及衛星資料。該項資料，依其種類，提供每日二次或四次之全球天氣全貌。該項資料，依其種類，提供每日二

次或四次之全球天氣全貌。並將原始資料，予以編整，而作世界中心其他任務之根據。第二項工作乃將適當資料，傳遞至其他世界中心，區域中心及國家中心。此項資料之收集與分發，以數字與圖片兩者並用。

在上述工作以外，還負責擔任全球天氣資料交換所提供分析現行天氣狀況及預測之重責。此種工作集中於大規模天氣特性，範圍遍及全球，並由地面透過各層大氣擴展至三十公里之高空。其工作成果須予編製完整，以應各國氣象中心需要。並協助各國中心充分發揮運用其氣象資料之最高效率。每日至少發佈天氣分析兩次，天氣預測則視有效時間，每日公佈一次或二次。預測日期，在適當時期，可達四日之久，有時甚至五日或更長。接獲此項大規模分析與預測之氣象學家，在從事地方天氣預報方面，較之過去更為有利，且可獲得提供使用者更加準確性預報之成就。充分運用更進步衛星技術，並可提前供給重要天氣現象警告。

2. 區域氣象中心

世界天氣守視基本原理，乃在支持各國天氣業務。但如希望世界天氣中心提供每個國家全部需要，將不實際而無效果。故須成立區域氣象中心，以作世界中心與國家中心之間一道連絡橋樑。

各個區域氣象中心實際所負責任，視其提供服務國家文化水準，所在地之地理及氣候性質等，而

有所不同。如在未來數年內，少數國家氣象機構將擁有自用之計算機，區域氣象中心亦須裝置此項設備，並應供給它所服務地區有關計算機各項便利。為協助國家氣象中心提供更準確預報，須發佈地面及高空大氣狀況分析及預測，並整理基本氣象資料，保存備用。刊印精選資料，支持有關大氣科學訓練及研究工作。有時收集、檢核、整理及再發佈基本天氣資料亦為區域氣象中心重要任務。此項任務限於管理運用各種通信設施，故可稱之為區域通信中心。

不論各個區域氣象中心所負基本責任如何變化，其所處整個半球原始氣象資料，似須經由轉遞。並由有關之世界氣象中心，接收全球或半球天氣分析及預測。對於活動範圍內各國氣象中心，則應密切連繫，提供所需資料。如由新世界氣象系統獲得充分協助，則須積極參與各國氣象業務活動，適當充實各國氣象中心設備及人員。

結 論

以上所述世界氣象事業發展之大勢，如能早日付諸實施，不獨打破整個氣象預報之困擾，即對天氣與氣候改造方面，亦有極大裨益，造福社會人羣莫此為甚！非特氣象界同人應予加倍努力，社會人士均應全力支持，共襄盛舉！（完）

（上接第六頁）

θ (弧 度)	$\ln \gamma = \frac{\theta \tan}{15}$	γ (單位)
$30^\circ = 0.52$	0.139	1.15
$60^\circ = 1.05$	0.283	1.33
$90^\circ = 1.57$	0.421	1.53
$120^\circ = 2.09$	0.561	1.76
$150^\circ = 2.61$	0.673	1.96
$180^\circ = 3.14$	0.843	2.33
$210^\circ = 3.67$	0.984	2.68
$240^\circ = 4.19$	1.121	3.07
$270^\circ = 4.71$	1.261	3.53
...	...	...

θ	$\ln \gamma = \frac{\theta \tan}{15}$	γ (單位)
$0 = 0$	0	1
$-30 = -0.52$	-0.139	0.99
$-60 = -1.05$	-0.283	0.75
$-90 = -1.57$	-0.421	0.66
$-120 = -2.09$	-0.561	0.57
$-150 = -2.61$	-0.673	0.51
$-180 = -3.14$	-0.843	0.43
$-210 = -3.67$	-0.984	0.38
$-240 = -4.19$	-1.121	0.33
$-270 = -4.71$	-1.261	0.28
...	...	...

欲求較精確之數值及圖需再予詳細計算，上表僅供參考之用。