

傳真機在氣象上的應用

劉鴻喜

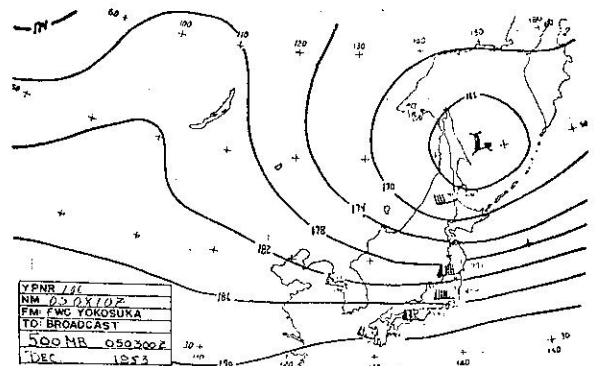
一、緒 言

科學進步，日新月異，每一種新事物的發明，常可供各方面廣泛的應用，因而也促使其他方面的進步。就氣象學言，近期各種機械的發明如雷達(Radar)、電傳印字機(Wire and Wireless Teleprinter)、傳真機(Wire and Radio Facsimile)等，均已先後應用於氣象方面；至今雷達之探測風暴的位置及其範圍，電傳印字機之傳遞天氣情報，均已成效卓著，變為氣象工作不可或缺的利器。傳真機發展較晚，迄今僅美國和加拿大二國已建立全國性傳真網，然就天氣學(Synoptic Meteorology)的應用言，氣象傳真機在今後的發展上，其貢獻將更在電傳印字機之上。年來我國氣象界努力以求進步，頗多建樹，建立全國性氣象傳真網的時期或不在遠，茲特為文就傳真機的主要構造、性能，在氣象方面的實用情形及其效果作一介紹。

二、傳真機發展簡史

最早利用電報傳遞圖片的思想，起源於一八四三年，當時亞歷山大班英(Alexander Bain)請准在英專利從事一種「自動傳真電報」，一八六五年，義人卡色利(Giovanni Caselli)在巴黎里昂間從事有史以來第一次商業性的傳真服務，自此以後，傳真機逐步改良如採用硒電瓶，改良傳影技術等；一九〇三年，柯恩博士(Dr. Korn)根據各方意見，完成一套新的傳真機。一九一〇年，倫敦巴黎和柏林三首都間，完成有線電傳真網，一九二二年，第一張圖片利用海底電線自倫敦傳至紐約，此後美國對此一方面也開始加緊研究發展。一九二九年，國際氣象組織(I.M.O. 為W.M.O.之前身)集會於丹京哥平哈根，有鑒於利用無線電傳遞圖片(Wireless pictures)對氣象學的重要性，乃在天氣情報委員會之下，特設小組專門研究各國對此一方面的發展，並尋求最佳的方法以利用此一科學發明；同年，瓦特爵士(Sir Robert Watson Watt)為文報導英國氣象局已首次以無線電傳真機從卡丁頓(Cardington)傳遞天氣圖予飛行中的飛艇及其他數氣象台，獲得圓滿結果。此時美國無線電公司亦已開始用無線電傳真機傳播新聞圖片，同時也把天氣圖傳予海上航輪。一九三〇年，英國廣播電台(B. B. C.)運用Fultograph方法將天氣圖定時用無線電傳播，惟Fultograph處理傳真的方法比較簡單，其所傳遞的圖片也僅寬五吋，長三吋，過於狹小，在氣象上難切實用。

傳真機正式長期應用於氣象方面始自第二次世界大戰時期，當時美國海空軍為着迫切需要明瞭全球各地區的逐日天氣，乃利用傳真機從事廣泛的天氣圖交換工作，當時所用的均為收發兩用的12×18吋傳真機(Transceivers)，此種機器可使傳來的天氣圖直接複印於傳真紙(Teledeltos Paper)上，每傳遞一張天氣圖約需時廿分鐘。其後美國逐步建立起全國性的氣象傳真網，並按時將主要天氣圖表傳送予海外各美軍氣象機構。至歐洲各國因限於經費僅曾從事少數試驗(參閱圖一)，而未能負起經常任務，一九五三年八月，加拿大氣象局(屬運輸部)建立全國性的自動氣象傳真系統(Automatic National Weatherfax System)，兩年來實用結果，雖然尚有少數技術問題有待改進，但已證明傳真機實為氣象工作上一種經濟而有效率的工具。



圖一為1953年12月5日0300Z日本地區的500mb高空圖，係利用無線電傳真機由日本橫須賀基地以9427 kc/s傳往英國之丹斯台波(Dunstable)於當日084°Z收到

三、氣 象 傳 真

天氣圖傳真與傳遞一般圖片不同，其所要求之條件較苛，以傳真機捲筒(Drum)為例，若捲筒直徑過小，則不足以傳送包含廣大地區的天氣圖，若直徑過大，則收發双方的傳真機造價均將大為增高，不易使用戶負擔，現用者大致以直徑六吋的最為適宜。每一吋含有一百條線(即當傳真時所能透光的線數)已可適合氣象需要，若

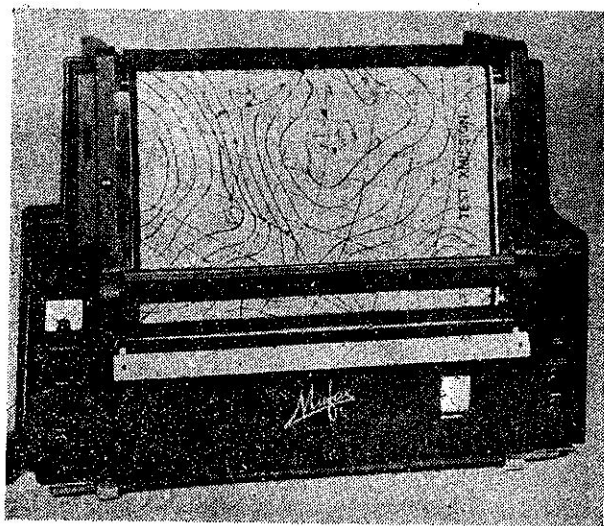
線數過多，將減低傳真的速度，反之若數目過少，則傳送繪完的天氣圖時，難以確保其傳真的清晰。現經國際電信諮詢委員會(CCIT)推薦為範式的氣象用傳真機編號為 576 (mu'ax)，規格具有直徑六吋的捲筒，每吋有96線 (96 lines/in)，寬18吋，長22吋，捲筒速度每秒1至2週 (即60-120 r.p.m.)。現一般採用者計有 576 式 (Muirhead & co. 出品) 及 528 式二種，但若傳送方面採用 576 式，而受影方面係用 528 式 (雖然捲筒直徑相同)，則單方向的偏差即可達 9%，是以收發雙方傳真機的一致，甚屬必要。

傳真可經由有線電路，也可用無線電傳送，既可採用兩點間，也可以廣播式行之。由於各國各地氣象機構的需要不同，自可視需要任意採用傳送的方式；舉例言之，各重要機場氣象台，以採用有線電傳真來傳送各種繁多的資料圖表較為適宜，而較僻遠的氣象台站或海上船舶，則以採用無線電傳真為宜。由於無線電之日益精進，未來有線電的地位恐將逐漸被其替代，但在目前言有線電仍為最有效的傳送工具，其優點為可以保守業務機密，且傳遞時不受雜音天電等干擾。最適於有線電的為一種具有各種調節的傳真機名送信者 (Carrier)，目前美國氣象局所用的無線電傳真機亦已採用送信者式的各種優點，如濾流器的改良，可使用單一開關從事傳真工作等。

目前通用的 18×22 吋 Mufax 傳真機 (圖二) 所佔空間約與一架電傳印字機相當，但卻沒有印字機那樣嘈雜，同時也不大需要維護，根據試驗，天電的干擾常可使無線電傳印字機的訊號混亂，因而收得的紀錄雜亂無章，不能利用，但在同一狀況下，傳真機仍能收到清晰的圖片；極強烈的干擾固可使傳真圖受到損傷，但於收到後將圖上等壓線，等高線等略予重描，並無甚困難，故不致影響工作。

四、加拿大氣象傳真概況

自 1953 年 8 月迄今，加拿大氣象局自動氣象傳真網經兩年多的實施，其結果甚多足資借鑑之處，茲適有加氣象局 P.D. McTaggart-Cowan 撰有報告一篇，刊載於美國氣象月刊 97 卷 1 期，其中提出若干問題，並說明加拿大處理此種實際問題的辦法，頗為詳盡。



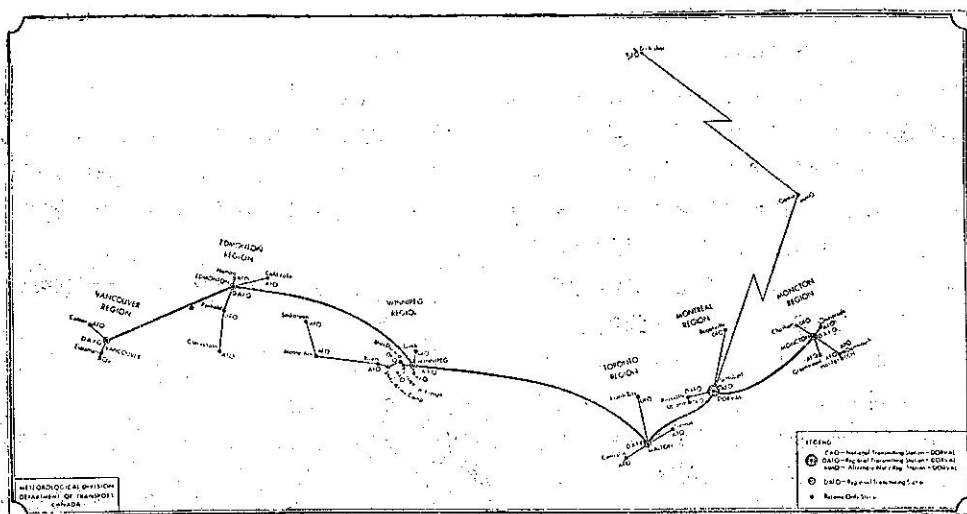
圖二、Mufax 氣象用傳真機

1. 傳真天氣圖比例尺的大小。以航空氣象服務而論，若圖上所用比例尺過小，則對飛機師瞭解天氣時，恐不易使對方滿意，加拿大氣象局針對此點，決定以採用 1:12,500,000 之天氣圖為宜，不可再小。按上項比例尺之天氣圖較我國現用之地面圖尚略大，至於傳真天氣圖所含的地區，自應滿足對外服務單位的實際需要，加拿大氣象分析中心所傳遞的天氣圖範圍從東部西伯利亞起，經太平洋，北美洲，大西洋，直到蘇聯西部，因其範圍甚為寬廣，傳真時僅靠 18×22 吋傳真機一次傳遞實不能全部包括，因此改為二次傳送，即照 18×22 吋機全部大小傳送一次，另再傳送大西洋區七吋一次，合為 18×29 吋的傳真天氣圖，例如加拿大氣象分析中心所傳遞的 0030Z 地面天氣圖，係在 0500—0535Z 時間內傳遞，休息三分鐘後再傳送大西洋區一次，其時間為 0538—0550z，高空圖因比例尺大小與地面圖相同，故每張圖也須傳遞兩次。

2. 傳真天氣圖的種類和次數。加拿大按日傳送的天氣圖計有：地面天氣圖四次，高空氣流圖二次，其高度為 700mb, 500mb, 與 300mb 三層，地面與高空圖均附有 30 小時的預測圖，此外每日還有兩次鋒線分析 (Frontal Contour Analysis)。由區域預報中心負責傳送的有 850mb, 200mb 高空氣流圖，和地面天氣圖四次，其時間則介乎分析中心傳送每兩次之間，即 0330Z, 0930Z, 1530Z 和 2130Z 四次，在地面天氣圖外，並另傳送數次 (視需要而定，約 4—6 次) 地面預測圖。以應各地的特殊需要。

3. 建立氣象傳真網究以採用單一傳真中心為宜抑應採用區域傳真制？此一問題在加拿大鑒於各地氣象台站的基本需要雖屬一致，但各台站仍有其不同的需要，如一主要機場氣象台因航機日夜起降甚多，所需氣象資料也特多，另一次要機場氣象台則因航機稀少，或僅日間過境，自無需太多氣象情報與資料，若採用單一的傳真中心制，則過多的資料雖 24 小時不停工作，恐仍有滯阻的可能，有失氣象情報迅速傳送的要旨，並且也將浪費許多不必要

的傳送，因此加拿大採取折中的辦法即在全國性傳遞中心即氣象分析中心之下，設立區域預報中心負責作輔助性傳真工作，例如位於溫哥華區的氣象台站，除基本天氣圖等由氣象分析中心傳送外，其餘所需的區域性補充資料圖表則由溫哥華區（Vancouver）氣象預報中心傳遞，同樣的加拿大東海岸區各氣象台站的補充圖表則由蒙克頓區（Moncton Region）預報中心供給（圖三），至於何者為主要資料由全國分析中心供應，何者為補充資料由區中心供給已詳上節。



圖三 加拿大氣象傳真系統

五、天氣圖傳真的程序及重要設備

天氣圖傳真的程序是先在空白底圖上，覆一透明的描圖紙，所有資料均填於其上，分析、繪圖亦然，繪製完成將此圖用一種特殊的乾阿摩尼亞 Ozalid 化學方法複製後，即可將此圖一份置於傳真機上傳送，其他各份，供當地應用，即每次天氣張圖只需填，繪一次，便可完成傳真及當地應用之双重工作，節省了不少的人力與時間。

在接受站方面，所收到的傳真天氣圖，為單色天氣圖對於天氣，講解，懸掛及其他各種應用上，均嫌不够醒目，為彌補此一缺點，加拿大現在採用半透明紙受影，此種半透明圖收到後，也採用 Ozalid 化學方法置於早經印就，具有其他色彩的底圖上加以複製，即可成為比較鮮明的天氣圖。

建立一個氣象傳真網，所需要配備的重要器材計有：

1. 連續性的傳真設備，傳真用圖紙應類似電傳印字機的捲筒紙，庶不致時常換紙，受其限制。
2. 自動工作的傳真受影機，如此雖夜間無人值班，傳真圖仍可源源收到。
3. 連續性的捲筒複製機。
4. 半透明的傳真受影複印紙。
5. 在傳真機及受影機雙方均宜附有 Ozalid 複製處理機，俾隨時可予應用，不致延誤時效，影響工作。

六、促進預報效能

各種天氣圖表及預測圖等統由分析預報中心傳來後，各地負責實際天氣服務的預報人員才算真正開始工作，近年來氣象學的發展甚速，高空氣象的研究已為天氣預報的重要根據，但在以往，由於預報人員的主要精力要用於分析並繪製各種天氣圖，甚少暇餘能在值班時間內，根據各種資料對大氣雷作一通盤研判，因之失誤的百分比常較高，但在氣象傳真網建立後，情形即將迥異，全國天氣分析中心將分析繪製完成的天氣圖準時送到，值班預報人員祇需將該圖再詳予分析研究一番，因為即使是一張經過週詳分析的天氣圖，或小心考慮過的預測圖，預報人員也應考慮當地局部的因素，來衡量該圖的準確度，以為預報當地天氣的根據。在發佈當地預報前，對於各種天氣的因素如雨，雪，風，溫度，能見度等均應逐一衡量，周密考慮才能預報準確，而達成最佳的天气服務。

加拿大氣象局爲使各地預報人員均能充分了解並熟悉各種天氣分析的技術起見，已編印一套「短期預報技術指導叢書」，內有「中雲和高雲」，「鋒面雨的預報」，「連續性雨與低雲幕的預報」等專刊，分發各地氣象預報人員參閱，此點頗值吾人效法。

七、未來的展望

無可置疑的，在可預見的將來，大量的氣象圖表資料特別是已處理的和半處理的資料，即將經由傳真機而互相傳遞。以加拿大言，其航空氣象服務所需對飛機的航線剖面圖 (Fourine Cross Section)，包括一些終點預報等文字說明，也已經由傳真機傳送；在不能直達的僻遠小站，傳真工作則分兩步完成，先用無線電傳真至一地，再由該地利用有線電傳至該站；至於來自各地的氣象報告電碼，也可利用傳真機傳送，其傳遞速度約爲電傳印字機的三倍，爲手發電報的七倍，且因傳真而來者爲原始紀錄，不致有差誤，其準確率及時間之經濟，值得重視。

當然，就目前言，傳真機尚非盡善盡美，毫無瑕疵，其主要缺點：

1. 每次傳遞的天氣圖範圍仍略嫌小，今後應研究如何抑低成本，減低售價而增加傳真圖的面積，使全張天氣圖可一次傳出，俾更爲迅速實用。

2. 目前單色(即黑白)的傳真圖，應研究改良爲顏色鮮明的複色(最好是五彩)傳真天氣圖，俾收到即可直接應用，無需再有複製之煩。

以當前科學進步的情形觀之，上述二點瑕疵想不久即可克服而達到完美的境地。

總之，傳真機之應用於氣象，爲電訊工程人員與氣象人員合作的成果，對氣象工作效率之促進，厥功甚偉，誠如WMO天氣委員會第39推薦文(1953.4.)中所言：「傳真機應用於氣象學，是一種極端有效的機械，它既經濟又精確，實爲提高氣象服務效率的優良工具」。(完)

轉接12頁

天氣預報之考核問題

省理工已有之方法均未臻理想，如能進一步加以改良，當不失爲一種比較簡單易行之方法。Gringorten (1951) 曾設計有一種比較理想之方法，但以時地之限制太大，不能普遍推行，是一大困難。總之此項問題尙有待於繼續之研究，如能獲得應有之重視，似尙不至不能迅速解決。本文之目的僅在討論此項問題應有之發展途徑，不擬硬性建議一種固定之方法。

參考文獻

1. Brier Glenn W. & Roger a Allen: Verification of Weather Forecasts, in Compendium of Meteorology, 1951
2. District of Columbia Branch, American Meteorological Society: Panel Discussion on Forecast Verification, BAMS Vol. 33, No.7 1952
3. Gringorten, Irving I., A Method of Verification And Scoring, AWSB 1951, No. 1,
4. Johannessen, Karl R. & George P. Cressman: Verification of an Equation For Trough and Ridge Motion, BAMS. Vol. 33, No. 7, 1952
5. Namias, Jerome: Extended Forecasting, 1947
6. Tewels, Jr. Sidney, & Hermann B Wobus: Verification of Prognostic Charts, BAMS Vol. 35, No. 10, 1954
7. Widger, Jr., William k., & Thomas Y. Palmer: A method for using International Business Machines Test Sheets For Student Forecasting And Verification, BAMS Vol. 32, No. 8, 1951