

美國各種傳真天氣圖之判讀與應用 (續) 萬寶康

The Processing and Use of U. S. Facsimile Charts (Continued) P. K. Wan

四、各種輔助圖

1. 高空風圖：代號 ULUS WAN，表示 Selected Levels United States，按選定之高度繪製之。
 - a. 高空風圖之說明
 - ① 高空風圖每日傳送四次，惟星期二，五停發0300Z一次，改發5日預報圖。
 - ② 高空風圖計有八幅，共分上下兩層傳送之。
 - ⊖ 下層圖包括地面以上第一標準高度，大致代表梯度風，(實際至少在距離地面600呎以上)，4,000'風，7,000'風，10,000'風等四幅。
 - ⊕ 上層圖包括14,000'風，16,000'風，20,000'風，25,000'風等四幅。
 - ③ 為便於將廣泛之無線電探空資料以填圖方式傳送至各使用單位起見，NWAC 在分析各層高空風圖以前，亦將850mb之風填入4000'高空風圖，700mb之風填入10,000'高空風圖，500mb之風則填入20,000'高空風圖。
 - ④ 高空風速按五與十填繪之。箭桿上之每一全羽表示 10 Knots，每一半羽表示 5 Knots，每一小旗表示 50 Knots。小於 5 Knots 之風速僅繪箭桿無羽。
 - b. 高空風圖之判讀
 - ① 作氣流線分析。
 - ② 指示槽與脊之位置。
 - c. 高空風圖之應用
 - ① 用以表示各高度之氣流形態，以供飛行計劃及講解之用。
 - ② 用以表示垂直方向風之變化，並以表示氣壓系統之深度。
 - ③ 表示垂直與水平之風切。
 - ④ 獲取高空圖規定時間以外之槽與脊位置 (0900Z與2100Z)。
 - ⑤ 由氣流分析確定氣流匯合 (Confluence) 與溢散 (Diffluence) 之區域。
 - ⑥ 在地面界面位置確定之後，再決定各高度之平流分速。
 - ⑦ 決定有「湖泊效應」(Lake Effect) 之軌徑。
 - ⑧ 預報最大風速風陣。
 - ⑨ 預報亂流。
 - ⑩ 用以製作850mb，700mb與500mb圖之初步分析。
2. 穩定指數與結冰層圖：代號 AXUSI WAN，表示 Auxiliary Chart United States 1，包括穩定指數圖及結冰層圖等兩幅。
 - a. 穩定指數圖
 - ① 穩定指數圖之說明
 - (a) 此項穩定指數係 A. W. Showalter 所規定者。即將一定氣團按絕熱程序 (乾與/或濕) 由850mb舉升至500mb，再將500mb之實際溫度減去此空氣團到達500mb之溫度，二者之差即為穩定指數。正值表示穩定，負值表示不穩定。
 - (b) 穩定指數圖包括穩定與不穩定區域，按穩定指數值以四個單位之間隔繪畫之。穩定區域中心以S表示之，不穩定區域中心以U表示之。
 - (c) 穩定指數數值亦以兩字一組字碼在第一次無線電探空報告 (First Transmission) 之後由印字電報機傳送之。
 - ② 穩定指數圖之判讀

- (a) 將20,000'與10,000'之氣流線重疊於500mb圖以決定導引氣流之所在。
- (b) 標示地面界面位置。
- (c) 填入不穩定區域兩次之過去位置。
- (d) 填入惡劣天氣警報中心(SWWC)所傳送之惡劣天氣區域。
- (e) 以各種不同顏色標示不穩定中心以表示各種不穩定之程度(着色方法可先行決定)。

⑤ 穩定指數圖之應用

- (a) 可與惡劣天氣警報中心(SWWC)所發佈之報告配合應用。
- (b) 預報雷雨及其伴生之惡劣天氣現象。
- (c) 作為飛行計劃與天氣講解之用。
- (d) 預報結果必須嚴格加以考核。(參看 AWSM 105-37)。

b. 結冰層圖

① 結冰層圖之說明

- (a) 填圖模式：結冰層之高度數值按整百呎填繪之，地面溫度在32°F或0°C以下各測站以「BF」字樣表示之。如一地上空有多層之結冰層則以多個高度數值表示之。
- (b) 等高線：其間隔為2,000'，並以呎數標示之。此種等高線可能因地形影響而形成不連續現象。
- (c) 點線：表示雪之深度，亦繪畫於結冰層圖上。此種等值線計有兩條，一為一吋雪深等值線以1標示之，一為六吋雪深等值線，以6標示之。

② 結冰層圖之判讀

- (a) 將結冰層在地面之等值線及在10,000'之等值線予以着色。
- (b) 填入此等等值線過去之一組位置。
- (c) 積雪特多之區域予以塗色。

③ 結冰層圖之應用

- (a) 用以預報結冰層高度，以供飛行計劃之用。
- (b) 預報空中飛機積冰。
- (c) 預報地面之凍結降水。
- (d) 預報亂流。
- (e) 用以表示積雪之面積，以製作其他有關霧，水位與流量等之預報。

3. 氣壓變差圖，雲量圖，最高或最低溫度圖與降水圖：代號 AXUS 表示 Auxiliary Chart United States，包括12小時氣壓變差圖，雲量圖，最高或最低溫度圖及6小時降水圖等四幅。

a. 12小時氣壓變差圖

① 氣壓變差圖之說明

- (a) 零線以相連續線繪畫之，正變差線按4mb之間隔以連續線繪畫之，負變差線按同間隔以點線繪畫之，二者均以整mb數標示之。
- (b) 每一測站之24小時海平面氣壓較差在繪畫等變壓線之前，均已按平均12小時日際氣變壓化修正。

② 氣壓變差圖之判讀

- (a) 升高着以藍色，降低着以紅色，零線着以紫色。
- (b) 填入500mb或20,000'之氣流線(繪於透明膠板之上)。
- (c) 填入過去之兩組位置(繪於透明膠板之上)。

③ 氣壓變差圖之應用

- (a) 作為預報之一種重要輔助圖。(參看 NAVAER 50-19-502)。

b. 雲量圖

① 雲量圖之說明

- (a) 實線：表示報告6/8以上高雲之區域。
- (b) 斷線：表示報告6/8以上中雲之區域。
- (c) 點線：表示觀測時間發生降水之區域，並以規定符號表示降水種類。

- ② 雲量圖之判讀
 - (a) 將各種雲量區域塗以適當顏色。
- ③ 雲量圖之應用
 - (a) 作為地面圖與定壓面圖或氣流分析與任何渦度圖相關研判之參考。
 - (b) 可應用外推法作為一種預報工具。
- c. 最高或最低溫度圖
 - ① 最高或最低溫度圖之說明
 - (a) 此處之最高溫度係指截止至0030Z之12小時內之最高溫度，按整數°F填繪之。此圖於0256Z傳送之。
 - (b) 此處之最低溫度係指截止至1230Z之12小時內之最低溫度，按整數°F填繪之。此圖於1456Z傳送之。
 - ② 最高或最低溫度圖之判讀
 - (a) 以紅色按10°F之間隔繪等溫線。
 - ③ 最高或最低溫度圖之應用
 - (a) 預報大區域內之溫度。
- d. 六小時降水圖
 - ① 降水圖之說明
 - (a) 各測站之降水按一吋之百分數填繪之。此項降水係指過去六小時內所發生之降水。少於.01吋之降水以雨跡符號T表示之。
 - ② 降水圖之判讀
 - (a) 以綠色按.25吋之間隔繪等降水線。
 - (b) 填入地面界面。
 - (c) 填入不穩定區域。
 - ③ 降水圖之應用
 - (a) 預報陸上通行度 (Soil Trafficability)，霧，低雲，河流區域之流量及地面氣壓系統之加深。(關於最後一項參看 Meteorological Monograph Vol. N0.5)。
 - (b) 作為地面圖與等壓面圖之參考，以決定其相關性。

五、地面與高空預測圖

- 1. 30小時地面與36小時500mb預測圖：代號 FXHN WAN，表示 Miscelansous Forecast Northern Hemisphere，因同一圖上包括兩種合成之預測圖。
 - a. 30小時地面與36小時500mb預測圖之說明
 - ① 地面預測圖與500mb預測圖之有效時限不同，前者以0030Z與1230Z為其有效時限，後者以0300Z與1500Z為其有效時限，較前者各遲2½小時。
 - ② 30小時地面預測圖上之等壓線以4mb或4mb之倍數為其間隔，並以整10mb數標示之。界面系統以印刷體表示之。高低氣壓中心以H與L表示之，其中心強度則以整10mb數或以五個一組之數字表示之。此等中心運動之方向與速度以一向量附註若干Knots之速度或以五個一組之數字表示之。(參看 AWSM 105-16)。
 - ③ 500mb預測圖上之等高線以斷線(或點線)表示之，並以200呎或200呎之倍數為其間隔。此等等高線以整百呎數標示之。
 - b. 30小時地面與36小時500mb預測圖之判讀
 - ① 紀錄其有效之期限與以Lst表示之時間(適用於所有預測圖)。
 - ② 與有效時限相同之其他預測圖相較其一致性。
 - ③ 遇必要時，可每隔六小時予以修正一次，以保持其時限。

- ④ 將500mb等高線(用透明膠板)，界面及高低氣壓予以着色。
- ⑤ 填入有價值之預報天氣，如雲及(或)降水形態等。
- ⑥ 填入有價值各種特徵之中間位置(用透明膠板)。
- ⑦ 製作1000-500mb厚度圖，以獲得一較佳之垂直熱性型式。
- c. 30小時地面與36小時500mb預測圖之應用
 - ① 預報當地天氣。 ② 製作飛行計劃所需要之預報。
 - ③ 由300mb預測圖減去500mb預測圖，並重新標示其所得之厚度，以獲得預測之500mb等溫線。(參看AWSM 105-50/2)。
 - ④ 製作中間各等壓面之預測圖(400mb與200mb)。
2. 36小時地面預測圖：代號 FSHN WAN，表示 Surface Prognosis Northern Hemisphere。
 - a. 此種預測圖每日僅傳送一次，並以1230Z為其有效時限。
3. 48小時地面與48小時500mb預測圖：代號 FXHN5，表示地面與500mb Miscellaneous Forecast Northern Hemisphere。
 - a. 此種合成之預測圖每日傳送一次，地面預測圖以1230Z為其有效時限，500mb預測以1500Z為其有效時限。此等預測圖之說明，判讀及應用與30小時地面及36小時500mb預測圖完全相同。
4. 72小時1000mb預測圖：代號 FUHN KWAF，表示 Upper Air Prognostic Chart Northern Hemisphere。
 - a. 72小時1000mb預測圖之說明
 - ① 72小時1000mb預測圖係製供空軍氣象勤務部之用。其等高線以200呎間隔繪畫之，如有需要時，其中間之100呎等高線可以斷線繪畫之，而決定其形態。
 - b. 72小時1000mb預測圖之判讀
 - ① 註明其有效之期限及以Lst表示之時間，並將界面及高低氣壓中心予以着色。
 - c. 72小時1000mb預測圖之應用
 - ① 製作地面天氣之一般預報。
 - ② 在飛行計劃方面，如有需要，可與72小時500mb預測圖配合，製作1000-500mb厚度圖及平均氣流圖。
5. 36小時700mb預測圖：代號 FUHN7 WAN，表示700mb Upper Air Prognosis Northern Hemisphere。
 - a. 36小時700mb預測圖之說明
 - ① 此圖以純粹之機械方法製作之。可由地面與500mb預測圖繪製其中間之平均氣流圖，再增加一項1000呎之修正因子得之。以式表示之即為：
$$\frac{1000\text{mb prog.} + 500\text{mb prog.}}{2} + 1000\text{ft.} = 700\text{mb prog.}$$
 - ② 其等高線經常以200呎為間隔，惟夏季各月部份改用100呎間隔以決定其形態。此等等高線以整百呎數標示之。
 - ③ 當700mb等壓圖上有界面明顯確定時，則700mb預測圖上亦表明有界面位置。高低氣壓中心以H與L標示之。
 - ④ 圈出之斜線區域為預料截止至有效時限以前2½小時所包括24小時以內多於1.00吋降水之區域。
 - b. 36小時700mb預測圖之判讀
 - ① 如同前述。
 - c. 36小時700mb預測圖之應用
 - ① 製作5,000'至15,000'間中間各高度之預測圖。
 - ② 供作10,000'附近飛行計劃之用。
6. 36小時300mb預測圖：代號 FUHN3 WAN，表示300mb Upper Air prognostic Chart Northern

Hemisphere。

- a. 36小時300mb預測圖之說明
 - ① 300mb 預測圖上之等高線通常以400呎為其間隔，如有需要時，可繪畫 200 呎之等高線以決定其形態。此等等高線以整百呎數標示之。
 - ② 其等風速線以25Knots之間隔繪畫之。最大風速則以粗線箭頭表示之。
 - ③ 高低氣壓中心及槽線按規定表示之。
 - b. 36小時300mb預測圖之判讀
 - ① 將等風速線與最大風速箭頭予以着色。
 - ② 其他各節如前述。
 - c. 36小時300mb預測圖之應用
 - ① 作為飛行計劃之用
 - ② 預報卷雲、降水、亂流、氣旋發生等。
7. 72小時500mb數值預報預測圖：代號 FUHN5 KWAFF NR5。(參看 AWSTR 105-131)。
- a. 72小時500mb數值預報預測圖之說明
 - ① 此種預測圖每日傳送一次，以 0300Z 為其有效時限，由聯合數值天氣預報中心 (Joint Numerical Weather Prediction Unit) 發佈之。
 - ② 此種500mb預測圖上之等高線係按大氣之正壓模式 (Barotropic Model) 以數值預報方法繪製之。以400呎為其間隔並以整十呎數標示之。如有需要時，另填入200呎間隔之等高線以決定其形態。
 - ③ 高低氣壓中心以H與L標示之。
 - ④ 此圖之比例尺為1:30,000,000
 - b. 72小時500mb數值預報預測圖之判讀
 - ① 填入有效時限，Lst時間，並在標示有H與L各處加印印戳等。
 - c. 72小時500mb數值預報預測圖之應用
 - ① 作為遠程飛行計劃之用。
 - ② 餘如前述500mb分析圖應用所示。
8. 36小時200mb預測圖 (附150mb風之預測)：代號 FUHN2 WAN。
- a. 36小時200mb預測圖之說明
 - ① 其等高線與等風速線之表示方法如300mb預測圖。圖上所填繪之風為150mb之預測風，係取自另外之150mb預測圖，並按選定之經緯度交點填繪之。此種風之預測附於36小時200mb預測圖，其原因在節省傳送所需要之時間與空間。
 - b. 36小時200mb預測圖之判讀
 - ① 150mb等風速線預測圖須另以透明膠板繪製之。
 - ② 餘如300mb預測圖所示。
 - c. 36小時200mb預測圖之應用
 - ① 如前述300mb預測圖應用所示。

六、展期預報各種天氣圖

1. 5日實測平均地面與700mb資料圖：代號 APUS WAN，表示 Weather Summaries United States。此圖包括四張小圖，即平均海平面等壓線圖，平均700mb等高線圖，實測平均溫度距平圖與實測總降水量圖。各圖均包括五日期限，並以過去之第六日為始。
 - a. 平均海平面等壓線圖之說明
 - ① 其平均等壓線按5mb之間隔以實線繪畫之。如有需要時，可按 $2\frac{1}{2}$ mb 之間隔以斷線繪畫等壓線以決定其形態。此等等壓線均以整10mb數標示之。
 - ② 高低氣壓中心以H與L表示之。
 - b. 平均700mb等高線圖之說明
 - ① 其平均等高線通常按200呎之間隔繪畫之。如有需要時，可按100呎之間隔以斷線繪畫其中間等

高線以決定其形態。此等等高線以整百呎數標示之至10,000'止。10,000'以上以整十呎數標示之，並省略其第一位數字。

② 高低氣壓中心以H與L表示之。

c. 實測平均溫度距平圖之說明

① 以線分開美國全境五日平均溫度為較距平甚高 (MA)，較距平高 (A)，接近標準 (N)，較標準低 (B) 或較標準甚低 (MB) 等區域。

d. 總降水量圖之說明

① 以線分開美國全境大雨 (H)，中雨 (M)，小雨 (L) 及無可觀量降水等區域。

2. 5日預報：代號 FSUS WAN，表示 Prognostic Chart United States。此種預報以A與B兩部分兩次傳送之。A部包括四張小圖，計為平均海平面等壓線預測圖，溫度距平預測圖，平均700mb等高線預測圖及降水預測圖，其中兩張海平面預測圖以所示日期之1230Z為其有效時限。B部包括第三、第四、第五與第六各日之海平面預測圖，各以所示日期之1230Z為其有效時限。(參看Awstr 105-93)。

a. 平均海平面等壓線預測圖與溫度距平預測圖之說明

① 等壓線以5mb之間隔繪畫之並以整10mb數標示之。

② 高低氣壓中心以H與L表示之。

③ 預測之平均溫度區域以粗線劃分之。此等區域以斜線或圓點表示之並以文字予以標示。

④ 圖中之右下角印有以每秒公尺表示之700mb與海平面之帶指數。

I_7 —700mb盛行西風，35°—55°N.

I_{ps} —海平面極地東風，55°—70°N.

I_{zw} —海平面帶西風，35°—55°N.

I_{se} —海平面副熱帶東風，20°—35°N.

b. 平均700mb等高線預測圖與降水預測圖之說明

① 700mb等高線以200呎之間隔繪畫並以整十呎數標示之。

② 5日降水量區域以斜線表示之並以文字予以標示。

c. 個別海平面預測圖之說明

① 等壓線按10mb之間隔以粗線繪畫之。如有需要時其中間各等壓線可按5mb之間隔以斷線繪畫之，以決定其形態。以整10mb數為其標示方法。

② 高低氣壓中心以H與L表示之。

③ 界面以粗實線表示之。

④ 降水區域以斜線表示之。

⑤ 氣團以規定之符號表示之。

d. 5日預報各種天氣圖之判讀

① 在每一海平面預測圖上註明其以Lst表示之有效時限。

e. 5日預報各種天氣圖之應用。

① 作為三至五日一般計劃之用。

3. 30日展望：代號 FEHN WAN，表示 Extended Forecasts Northern Hemisphere。此圖在每月15日與30日左右之星期三與星期六發佈兩次。包括三張小圖，計為平均700mb等高線預測圖，溫度距平預測圖及總降水量預測圖。(參看 Meteorological Monograph Vol. 2, No.6)

a. 平均700mb等高線預測圖之說明

① 等高線以200呎之間隔繪畫之。如有需要時，可繪畫100呎間隔之等高線以決定其形態。此等等高線均以整十呎數標示之。

② 高低氣壓中心以H與L表示之。

③ 主要之預報氣旋路徑以粗線箭頭表示之。

④ 主要之預報反氣旋路徑以雙線箭頭表示之。

b. 溫度距平預測圖之說明

① 此圖以美國為限。預測之溫度區域以線劃分之，並以接近標準 (N)，較標準高 (A)，較標準低 (B)，較標準甚高 (MA)，較標準甚低 (MB) 等字樣表示之。

c. 總降水量預測圖之說明

① 此圖以美國為限。預測之降水區域以線劃分之，並以大 (H)，中 (M)，小 (L) 等字樣表示之。

d. 30日展望圖之應用

① 作為長期計劃之用

茲將文中參考書目之詳細名稱依次列舉如下：

- (1) Workbook in Meteorology, A. F. Spilhaus & J. E. Miller, McGraw-Hill, 1942
- (2) AWSM 105-16, Weather Analysis Codes, Apr. 1953
- (3) Meteorological Monographs, Vol. 1, No. 5 AMS Forecasting in Middle Latitudes, H. Riehl, et al, 1953
- (4) Navaer 50-1p-502, Practical Methods of Weather Analysis and Prognosis, U. S. NAVY, Chief of Naval Operations, 1952
- (5) AWSM 105-39, Forecasting Aircraft Icing, Jan. 1953
- (6) Geophysical Research Papers No. 23, Forecasting Relationships Between Upper Level Flow and Surface Meteorological Processes, Geophysics Research Directorate, Air Force Cambridge Research Center, Cambridge, Mass. Aug. 1953
- (7) Scientific Report, No. 2, Further Studies on the Relation Between Upper Level Flow and Surface Meteorological Processes, J. J. George, et al, Eastern Airlines, Atlanta, Ga., June 1954
- (8) AWSM 105-50/1, Forecasting Upper-level Winds, Part One, Forecasting by Vorticity Techniques, June, 1954
- (9) AWSM 105-50/2, Forecasting Upper-level Winds, Part Two, Differential Analysis in the Troposphere, Aug. 1954
- (10) Bulletin AMS, Vol. 34, No. 4, The Association of Wind Speed with Height of Upper-Air Constant-Pressure Surfaces, R. D. Fletcher, Apr. 1953
- (11) Some Recent Developments in Synoptic Meteorology, U.S. NAVY, U.S. Fleet Weather Central, 1952
- (12) Journal of Meteorology, AMS, Vol. 12, No. 1, Report of an Experiment in Forecasting of Cyclone-Development, S. Petterssen, et al, Feb. 1955
- (13) AWSM 105-37 Severe Weather Forecasting, May 1956
- (14) AWSTR 105-131, Fjórtoft's Graphical Method for Preparing 24-Hour 500-mb Prognostic Charts, Apr. 1955
- (15) AWSTR 105-93, A Description of Some Methods of Extended-Period Forecasting, Mar. 1954
- (16) Meteorological Monographs, Vol. 2, No. 6, AMS, Thirty-Day Forecasting, J. Namias, July 1953

(附註：以上所舉各參考書目除發表於各氣象刊物者外，其餘部份已經中國空軍氣象聯隊譯出，部份則正由空軍氣象訓練班計劃編譯中)。

七、結 論

傳真機目前雖為傳送各種天氣圖之利器，但有不少缺點：(1) 美國現用之傳真機在每傳送一張天氣圖之後尚有換紙之煩，此點在加拿大方面已因採用一種連續紀錄器而予以克服，在美國方面則尚須經過數年始可完全解決。(2) 美國現用之傳真機，其傳送率為每分鐘60條線，每一條線18吋長。以每吋包括96條線計，則一張大小為18''×12''之天氣圖需要19分鐘始能傳送完畢，如是則一套包括五幅之北半球天氣圖，即需要96分鐘始能傳

送完畢。例如一張北半球500mb預測圖，以手繪製之，約三、四分鐘即可完成，以傳真機傳送則需要96分鐘，時間極不經濟。(3) 其他缺點包括篇幅太小，影像不顯等，以致常感模糊莫辨，又無顏色之分，極不便作為飛行講解之用。此等缺點均經 Lally, McInnis 與 Myers 等 (1957) 指出。

Lally, McInnis 與 Myers 等認為此等缺點之補救甚為困難，尤以傳送之緩慢更為嚴重，即使最近有可能將現用傳真機之傳送率增加一倍，即在每分鐘之內傳送 120 條線之計劃，但事實上仍無濟於事。美國空軍劍橋研究中心 (AFRC) 有鑑於此，遂另行設計一種名為 “Weatherplotter” 之機器以代替現用之傳真機。此種 “Weatherplotter” 係根據電動伺服器 (Electromechanical Servo-Mechanism) 之原理製造而成。使用者可藉一鐵筆描畫天氣圖上之圖形。此種鐵筆由其機械運動變換為電傳訊號而送入一接收機，接收機再將此種電傳訊號變換為一枝筆桿之機械運動而重現原有天氣圖上之圖形。此種機器不僅可節省傳送之時間，且可以各種不同顏色繪畫於任意大小圖紙之上。據初步之計算，此種機器之傳送率至少可較傳真機增大五十倍。如可獲得更大之可靠性 (即較大之訊號對雜音之比率)，則其傳送率仍可能增大。

現時正在空軍方面製造中之一種 “Weatherplotter”，每秒鐘可描畫10吋之線長，其傳送率可望較現用傳真機增大五倍，且將圖紙之大小增大五倍，並用五種顏色描畫之。如將來再度加以改良，即不難將其傳送率提高至增大五十倍之目標。如是則不久將來之傳真天氣圖，不僅可以簡化其判讀手續而以供迅速之應用，且其各種應用亦當較目前便利多矣。

參 考 文 獻

- (1) Dept. of Weather, USAF Technical School, Facsimile Utilization, July 1956
- (2) Vincent E. Lally, Donald H. McInnis & Robert F. Myers: The Transmission of Analyzed Weather Charts, BAMS, Vol. 38, No. 2 Feb. 1957