

美國國家氣象中心「氣象預報圖表分析述要(續) 樊 滌 兮

Synoptic Meteorology As practiced by the National Meteorological Center.

第三章 高空分析

預報與分析組的 500mb 圖每日分析兩次，其範圍為北半球之西半球。此外還有 850mb, 700mb, 300mb 及 200mb 圖就北美區域每日分析兩次，100mb 圖一次，範圍與 500mb 同。最大風速與切變圖每日二次，範圍僅限美國。此類圖表之分析目的，在以風與溫度等在大氣中以三度空間之分配而供給使用者一最完整之詳圖。最大風速與切變之分析，旨在充實此目的於更臻完善之境地。(詳見最大風速一節)

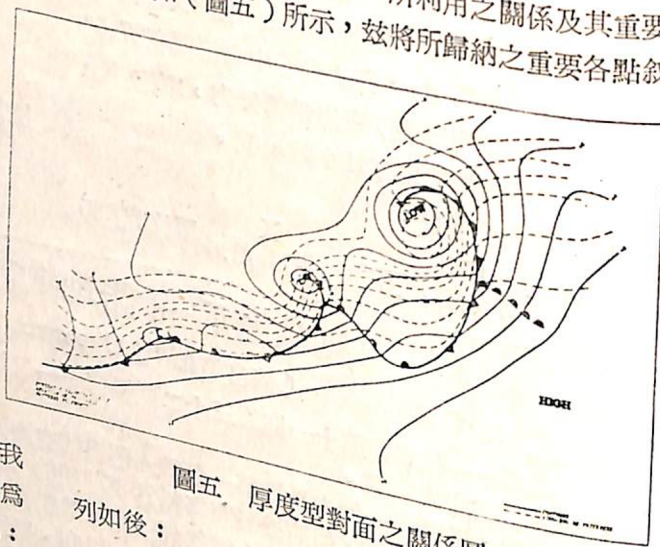
應用於高空分析的最基本概念，是梯度與地轉風方程所敘述「風與高度」間之關係。吾人雖承認風之地轉風分速之存在和重要，然而吾人不相信地轉風分速之測量可指出觀測風與地轉風間之偏差，如等高線結構分析暗含以絕無僅有之重量，加諸所觀測的高度，然後期求減少或應用此高度上之可能誤差。我們相信此乃實情，尤其 500mb 該處為輻散區，因之風之地轉風分速一般均小。在噴射氣流高度，安吉爾 (Angell, J.K.) 曾發現「實風」(Actual Wind) 與地轉風間之平均誤差僅達 18Kts。在如此高度與速度此確為相當宏大的可能誤差矣！此外安吉爾的資料亦顯示「內偏流」(Indraft) 一越過等高線的氣流一之平均角為 11° ，似此對風向之可能誤差為 ± 0 ，此則可假定不偏向等高線之其他方向者其值至小。至此測風之本身尚不足言已達如何有效數值。我們所欲求者為吾人之分析可透過梯度或地轉風方程求出風的分佈狀況。事實上，我們認為從這些方程式中所獲得之有意義偏差，將為風向與風速的不準確訊號。我們所抱持之觀點為：等高線分析志在刻畫風場，否則其價值為零。

高空圖分析就資料區域之性質言可簡分為兩種：即稀疏與稠密資料區分析。稀疏資料區諸如太平洋 500mb 圖的分析可為基本。此為與其他各層次分析均基於透過模型與等差分析技術的運用所不同。在為數種理由的選擇上

500mb 實為一合理的高度。總之，如退一步言，其最重要事實是：為熱力預報曾以最佳之可能連續供給吾人用以製作此高度之十二小時預報。對資料稀疏區的 500mb 分析，常時當大氣之本質為「正壓」時，500mb 以第一個近似值分析進為真正的「最終分析」(Final Analysis)。當大氣非正壓時，例如，每有強烈氣旋生成之際，則十二小時之數值預報即行受限，如本文 1000-500mb 厚度分析各節所述。

因 1000-500mb 厚度分析對 500mb 圖甚為重要，故對稀疏資料區之分析，事實上可為獲得符合垂直各層次分析之鎖鑰。被 NAWAC 所用有關此厚度分析之詳情可見本節所述。

有關界面與氣旋成長階段變化之關係，以及厚度所顯示之例據，可參考皮特遜「天氣分析與預報」，二版卷一。NAWAC 所利用之關係及其重要詳情，如(圖五)所示，茲將所歸納之重要各點敘



圖五. 厚度型對面之關係圖

列如後：

- 一、暖區均勻，厚度等高線集中於界面系之冷面旁。
- 二、厚度等高線中之冷槽位地面低壓之後方，約當地面低壓與次一上游地面脊或高壓之中途。
- 三、暖面前厚度等高線呈反氣旋性彎曲，冷面後呈氣旋性彎曲。
- 四、冷面後厚度等高線之間隔較暖面前為密集，

說明冷面較暖面為強之一般可信觀念。

五、厚度間之噴射氣流距離，一般在 500mb 均水平位於同一位置。噴射氣流與界面之關係，暖面多於冷面，說明冷面之坡度較暖面為較急。

確定厚度型時之重要特徵：

(一) 1000-500mb 系統之適當坡度。

(二) 地面面與中對流層極噴射氣流之適當關係。

(三) 地面面分析將三度空間之溫度結構刻畫出一重要的真實圖像。

用於分析資料稀疏區 500mb 圖之基礎，為「向上延伸」(Extrapolating upward) 至 300mb 及 100mb 與「間或內延伸」(Interpolating) 而非下延至 700mb 方法的使用。(其關係參見表三)

表三：

$t_{8.5}$	$10Z_7$	t_7	$10Z_5$	t_5	$6Z_3$	t_3	H_5	H_3
-38	8000	-41	15400	-47	10700	-58		
-35	8100	-37	15600	-46	10800	-58		
-32	8200	-34	15800	-45	10800	-58		
-27	8400	-31	16000	-43	10900	-58	16000	26800
-24	8500	-28	16200	-41	10900	-57	16200	27200
-21	8600	-25	16400	-39	11000	-57		
-16	8800	-23	16600	-37	11100	-56	16600	27600
-13	8900	-20	16800	-35	11200	-55	16800	28000
-10	9000	-17	17000	-33	11300	-54	17000	28400
-7	9100	-14	17200	-30	11400	-52	17400	28800
-4	9200	-11	17400	-27	11500	-50		
-1	9300	-9	17600	-24	11600	-48	17800	29200
+1	9400	-6	17800	-22	11700	-46	18000	29600
+4	9500	-3	18000	-20	11800	-45	18200	30000
+7	9600	0	18200	-19	11900	-43	18400	30400
+12	9800	+3	18400	-17	12000	-42		
+15	9900	+5	18600	-14	12100	-40	18800	30800
+18	10000	+8	18800	-11	12200	-38	19000	31200
+22	10100	+11	19000	-9	12300	-36	19200	31600
+26	10300	+14	19200	-7	12400	-34		
+30	10400	+17	19400	-6	12500	-32		

說明：z' 為呎

t's 為 $^\circ\text{C}$

t = 特性等壓層之溫度 ($^\circ\text{C}$)

z = 特定等壓層之厚度 (呎)，H = 特定等壓層之高度 (呎)

等壓層單位以百位計，如 10 = 1000mb, 8.5 = 850mb. 餘類推。

因 500mb 溫度及 500 至 300mb 厚度用外延法延至 300mb 所顯示於表三中之相互關係，知 500mb 溫度場分析為高空分析之重要過程。如前述 500mb 溫度場為「第一個近似值」(The First Approximation)，可認為溫度與等高線場屬於相同。就此近似值任何偏差均基於：

1. 資料。

2. 連續性。

3. 經驗佐證 (Empirical evidence) 的事實

，說明溫度場有略後於氣壓場之傾向。如第一章中指出中對流層之溫度分析由佐證可指出為冷槽暖脊。而在較低對流層與此相反之情更常真實。另一控

制500mb分析之重要事實為溫度場，是大溫度梯度與大等高線梯度的交集之區。此與 500mb 溫度和 500mb至300mb 之厚度有連帶關係，使人確信 300mb 噴射氣流的水平位置，係位於 500mb 噴射氣流之上，由此事實導致出中對流層風分佈之許多研究。

總結對資料稀疏區之高空圖分析係基於：

- (1)十二小時 500mb 數值預報。
- (2)運用於 1000 及 500mb 二層之等差分析技術。

(3)大氣模式。

(4)外延及從 500mb 向上下之間延。

對資料稠密區如北美，等差分析技術及大氣模式的運用所擔任者均為較小任務。每層不拘多少均各從事個別分析。模式與十二小時 500mb 的數值預報主用於此區以提醒分析者對錯誤資料之審查。流體靜力檢查常行之於探空報告易肇舛錯的有關高度。因此檢查一被疏忽，則所顯示於連續性的考慮，非過冷即過熱也。為消除20,000呎以上的風速誤差，一系統性之嚐試已成就於「風速對高度圖」(Wind speed Vs. height plot) (參見最大風分析節)之研究與平滑法。個別的雷文報告亦經檢查決定，例如，有一 500mb 報告其風的因素甚有懷疑，即需以該層上下所應有之一致性，對其風向風速加以檢查。

在資料稠密區，分析者所面臨之主要問題是上對流層等風速線型之分析。此問題之所以存在原因，乃因吾人一直企求於更大高度在風速觀測中能有更強烈之風速出現。為減少這類誤差，多將重點置於根據柏爾門和其合作者們如瑞爾(H. Riehl)，恩德利(Endlich)及其他人所研究出之一覽噴射氣流模式。有關這方面之噴射氣流模式之特性，彼等已加強注意，而其已為美國氣象中心所採用者略如下：

- 1.如 500mb 溫度場所指示者，在中對流層噴射氣流類多垂直位於最大溫度梯度之上。
- 2.在對流層頂或略下達至最大強度。
- 3.在噴射氣流左側之氣旋性切變較其右側之反氣旋性切變為強。
- 4.反氣旋性切變有一每五緯度之距離值或即為接近科氏參數之值。此意即為噴射氣流右側25海里的等風速線約佔一緯度之空間。此條之檢查通則為：如所報告介於反氣旋性之風切大於科氏參數，則

殊值懷疑。

5.噴射氣流趨於追隨同高度之等高線。

在高空平滑分析中，對各高度資料如高度，風及溫度之可能誤差的完滿瞭解運用，可參見表四：

如第一章所示者，吾人相信大氣為一系統性有機流體，數值氣象圖研究可支持此說。為說明此種結構之分析，我們曾將此研究運用於資料稀疏區與資料稠密區以消除掩蓋此組織之資料誤差。

於下列數節中，探枚舉吾人在分析程序方面所實施的各種特殊工具和步驟，以保證各圖垂直與內部之一致，並介紹補充一般雷達高空資料的各種特殊計算法。(高空分析各圖側5-11從略)

第一節 1000-500mb 厚度分析：

區域：北半球(半面)

資料：

1.熱風

2.雷達及卓普送(Dropsands)所獲之厚度值其資料計算如下：

a. 計算熱風係用向量減法，將海平面所觀測得之地轉風從所報告的 500mb 或18,000呎高空風中減去。

b. 厚度之決定係用 1000mb 報告(或得自海平面計算)與500mb報告高度之一次減法而得。

分析程序：

1.等高線：

a. 第一張厚度圖之估計，乃成就於1000mb和12小時前利用已有資料所製成之500mb 斜壓預測圖之圖減法。500mb預測圖或受限於高空蒐集資料之分析。

b. 這種分析乃比照地面等壓線與界面模型和先前的分析而成。其變形狀態係利用前述界面與氣壓型，將厚度分析變為等值線而成。比厚度(Specific thickness)之值與型將隨地面型之改變緩慢易勢。例如聯結界面之真厚度值與厚度梯度，其現在圖正如前一張圖。就主觀言，此種緩慢改變之調整，可因空氣向南運動或冷氣團之駕臨暖水面而成。

這些變形被限於資料稀疏甚或無資料區，且此等區域正被關注為有低壓生成的地面發展區，此即正壓的 500mb 高度預報含有最大誤差之區。由之足以釐成厚度相減之原始差誤。在此階段之分析程序厚度圖之主要目的，如下節所述在準備一張 500

表四：

參數	可能誤差	附記
無線電探空溫度	至400mb為±1°C 400mb以上為±2°C	
無線電探空 1000mb 高度	場站標高每千呎為±20呎(如場站標高為 6000 呎，其 1000mb高度之誤差可能有120呎)	用於降低至 1000mb (非標準海平面)的不同溫度參數，結果會有 400 呎的誤差。故遇特殊情況時為矯正此弊，吾人可將標準海平面氣壓直接換算為1000mb。
850mb	± 30 ft.	
700mb	± 40 ft.	
500mb	± 70 ft.	
400mb	±100 ft.	
300mb	±160 ft.	
200mb	±230 ft.	
150mb	± 300 ft.	
厚度		
1000-700mb	± 40 ft.	
1000-500mb	± 70 ft.	
500-300mb	± 90 ft.	
對流層頂高度	± 10 mb.	
高空風向	±10度	部份由於編碼免強湊足10度
高空風速	至20000呎為± 10 哩，風速在50-75哩	此種誤差迅速增加，尤常因記錄裝備的低高度角風速超過 100 哩時為然，且隨程式不同之裝備改變。英人謂其雷達測風可準確至五度以內(向量)雖高空有強風時亦然。

mb 的造型圖或底圖」(Build-up chart)，裨達如吾人所知大氣之準確程度。

c. 中間這張 1000-500mb 厚度圖乃得之於現有資料的500mb與 1000mb 圖之相減，其分析僅需略行調整以適合所觀測之厚度資料即可。

d. 最後一張厚度圖係得之於最後的500mb與 1000mb 圖之相同處理。此圖可於觀測後十小時完成。

美國氣象中心對此圖之運用：

- 1.建立 500mb 分析為基本工具。
- 2.透過統計關係有助於結構之達成：
 - ①700mb與500mb之溫度分析。
 - ②700mb分析。
 - ③對流層頂高度與最大風層分析。
- 3.為說明界面位置與強度分析之基本工具。
- 4.為多數地面與高空預報「內部一致檢查」(Internal consistency checks)之基本工具。
- 5.為美國氣象中心雲、降水、與降水量預報

計算垂直運動之基本工具。

6.為準備24小時溫度變化預報之基本工具。

7.為決定降水類型之重要工具。

第二節 500mb分析：

區域：北半球(半面)

補充資料：

- 1.十二小時500mb正壓預報。
- 2.偵察資料。
- 3.18000呎高空風資料。
- 4.密集航線資料前後三小時及海洋區稀疏航線

資料前後六小時的商用機報告。

特註：如本章「高空分析」開始之一般討論中所述

，本圖為高空預報分析節中之基本或主幹。

此一定量分析幾影響本中心所成就之其他每一分析。基此理，姑勿論其在場站高空分析所佔之份量如何，僅以本中心之為此分析而言，即已耗費最大之努力和佔用最多人力。

分析程序：

1. 等高線：

其主要工具為十二小時斜壓預測圖，根據前次分析被限制為一底圖分析，茲述如次：

a. 原始 500mb 分析之獲得，乃利用高空資料所報告之高度從事直接分析，並以十二小時斜壓預報為根據。

b. 對北美區以直接分析技術完成第一張正規分析圖。

c. 對海洋區則以底圖為根據並輔助完成其結構。此底圖之獲得是將 1000-500mb 厚度加以至 1000mb 分析之調查。

d. 本分析係根據此底圖之特質與全型態之調整而成，絕無因陋就簡選取個別等高線以圖符合有甚多資料之等高線為滿足，其所以就此理由為斜壓預報，係包括一客觀的系統的和合理的連續性，且此情形不僅氣壓系統如此且每一等高線亦如此。

此處所需特別強調者為考慮連續性系統利益及豐富地面資料併入上述程序運用等差分析技術時之利益。根據清楚的鑑定顯示，十二小時之數值預報十分準確（在觀測誤差可能範圍），但同時所述該區原始分析亦可能正確。雖有固定系統性之誤差出現由於地面熱力或山岳效應，可能發生於較長預報階段，然而經確定其無法主宰十二小時預報。此類發生於該等區域之錯誤，乃為地面氣旋生成或原始分析誤差之直接後果。此等誤差可由厚度型之定量意識予以最佳之發覺。其錯誤型態可能定量顯示於地面系統位置的一致性上，雖此含量值尚需相當程序繼續以正壓程序的本身發現其矛盾性。例如，暖空氣之現於冷氣平流區，吾人幾可確定其有垂直下降運動存在，然而此亦可能發生於正壓程序真需垂直運動之區。

於茲其主要觀點，應為關係地面型之厚度型與定量意義的聯合運用，始為一最穩妥之意念。故凡在以調節限制而增強梯度之厚度型區，則正壓程序最易流於失敗，且相反厚度之等差分析技術却最為有用。

e. 對自動分析之主要變更雖常需考慮後來之資料，但一般情形祇要能保留大規模特性對原有面目無損，則僅將細節略事修改即可。所需注意者為直接分析即直接根據資料之人為分析，此法已行之極具成效且以計算機傳遞。唯據本中心分析經驗宏富之人員稱，對其能被訓練為更具方法且能和分

析人員所從事之直接分析法之能保持一致者殊令人懷疑。然而機器現被訓練已瞭解觀測限制，瞭解管制風與高度間之運動方程，且已能指示反氣旋水平風切很少超過科氏參數值，流體靜力關係，且能小心檢查所有雷達，卓普送與其接收性相悖之處以及許多其他從事構成直接分析的專門分析家所應用的物理器械之特殊性能。（讀者欲求詳此，除本文範圍外可參見 1954 年 11 月 Tellus 六卷四期 "An Experiment in objective Analysis" 及 1959 年 10 月 Monthly weather analysis 八十七卷十期 "An operational objective analysis" 二文報導）

2. 等溫線：

a. 由於 500mb 為等正壓空氣扮演要角，故其等溫線平行於等高線為首項合理估計。確實，就 500mb 圖之經驗與平均狀態而言誠當之無愧，不論其他，祇 500mb 等高線即可正確運用。總之，就吾人所覺致之非正壓部份，平均而言，最冷槽之趨向為略後於氣壓槽。同樣，脊亦略後於氣壓脊。此為吾人分析中首一被用觀念。

b. 溫度場之「幅度」和「相位」改變，在整個對流層均小，故便於由構成 500mb 圖之另一甚為有用工具之「厚度圖」，將 1000-500mb 層的平均溫度代表出來。有關被用於美國氣象分析中心之等溫線，可參見表三所列 t_{25} 及 t_5 之統計關係。以這些觀念與厚度圖為腹案，對構成一合理且幾可全部適合所有報告的溫度資料之等溫線，以 500mb 層其可能溫度誤差為 $\pm 1^\circ\text{C}$ 之範圍，其任務可謂相當輕易。

本中心之運用：

1. 當開始從事一組預報圖時用以識別或診斷現有情況。
2. 作為初步分析用以對資料貧乏區獲得其高度和風的情報，然後塞入「自動程序」予以分析。
3. 用以獲得 1000-500mb 厚度圖，以輔繪 700mb 分析圖，而作為 300mb 底圖分析之基層。
4. 以圖解獲得 500mb 十二小時之高度改變。
5. 在較強之噴射氣流分析中，利於說明噴射氣流軸之位置。
6. 校核 500mb 預報圖。

第三節 700mb 分析：

區域：北美及附近海洋區。

補充資料：

1. 卓普送偵察資料。

2. 10000 呎高空風資料。

3. 觀測前後三小時商用機測報資料，（高度 10000-13000 呎）

分析程序：

1. 等高線：

北美區之直接分析；以連續現有 500mb 分析為主導。此程序保證地面與 500mb 層氣壓系統間保有一一致的坡度，並利用無高空資料區大氣結構之平均狀態與豐富地面資料之最大運用而達成此目的。此外有關量的內部一致性檢查，可由直接重疊 700mb 圖而成，且 500mb 分析需保證斜壓區右傾正壓區垂直之特性。

2. 等溫線

1000-500mb 厚度圖為構成 700mb 溫度場的主要工具。 t_7 與 t_{25} 之關係參見表三，此為一極佳之統計關係，在大於表列已給值 200 呎時，700mb 溫度將有誤差之機會僅佔 5%。當然等溫線可就資料稠密區之觀測基礎直接構成。調整資料稀疏區之報告固然可以，但以厚度圖暗示而變異整個圖型實較按資料而牽就一條等溫線為重要。易言之，厚度型所確定者為全 700mb 圖溫度之本質，俾使達個別情報在不改變本質下增加細節方面之程度。

第四節 850mb 分析：

區域：北美及附近海洋區。

補充資料：

1. 偵察飛行所投之卓普送。

2. 5000 呎高空風報告

3. 從地面推算至 850mb. (有此資料之各站)。

4. 計算探空台自由大氣溫度（探空台氣壓與 850mb 相差在 775mb 以內者）此類溫度可由假定冬季為標準大氣減溫率，夏季為近乾絕熱減溫率變化之情況獲得，空氣柱係介於 850-775mb 以內者。

5. 計算地面氣壓低於 850mb 探空台之露點溫度，可逕由地面等溫降低露點而得。

分析程序：

1. 等高線

a. 全區幾盡為直接分析。總之，從西部高原區（其地面接近 850mb 層）所報告之風，因受磨擦及地形之強烈影響，使普通梯度風平衡狀態不易實現。

b. 海洋與其他資料稀疏區，以地面圖為基礎，然後以斜壓系統標準坡度之定性運用，作為估計 850mb 上其位置之準則。其標量為氣旋性系統當反氣旋性系統坡度指向最暖空氣時，其指向最冷空氣之坡度為 2-3 個緯度。同樣，在地面與 850mb 間之型態亦有顯著變化。地面者在上述區域可期有強烈水平溫度梯度出現。

2. 等溫線

等溫線亦如等高線，主要可由所報告或計算之溫度為基礎而構成。在資料稀疏區，地面面在指出最強溫度梯度區最為有用。並假定冷面之標準坡度為 1:50 至 1:100，暖面為 1:100 至 1:300。高原區之等溫線分析乃基於自由大氣的溫度計算而得。

3. 露點

露點等溫線不作如此分析，但對濕氣之總分佈則作如下之劃份。如某區域其露點下降等於或少於 4°C 是為濕空氣，大於 15°C 是乾空氣。此僅為陸地露點等溫線構成之一般狀況，至如欲補充此種分析，則尚無間接工具可資循求。

美國氣象分析中心對此類圖表之運用：

1. 等溫線分析之被用主為對地面強度及位置之複檢。

2. 高原區等高線分析有助於解釋降低至海平面氣壓的某些地區之重要特性，且指出該類降低至海平面氣壓就一覽範圍系統所呈現之誤差或無代表性。

3. 濕氣趨勢可為雲雨預報之指示工具。

第五節 300mb 分析：

區域：北美及附近海洋區。

補充資料：

1. 多數軍用機及偶有商用機觀測，（飛行高度 25000-45000 呎間之高空風報告）。

2. 不定期偵察飛行。

分析程序：

1. 等高線與最大風軸 (Maximum wind Axes)

a. 首先準備用為腹案的是一幅統計的底圖 (Statistical build-up chart)。其獲致方法為改變 500mb 等溫線為 500-300mb 厚度（利用表三中已有關係）此厚度係用圖加法至 500mb 圖而成。比照底圖的等高線利用表三中有統計關係的 t_5 與 t_{25} 可為至對流層 300mb 等壓面之最為工具。此外分析人員已預防底圖在南北極區之使用達到過於逼

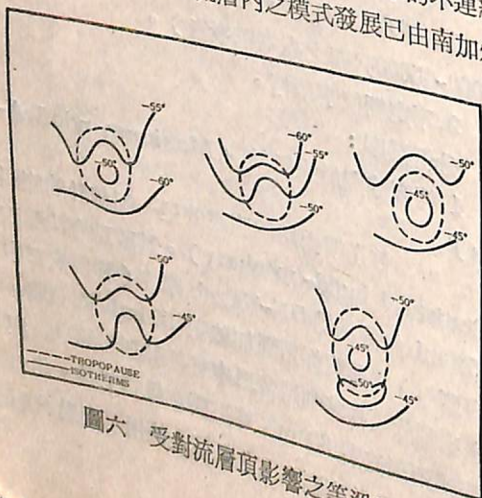
真之境地。

b. 以底圖為腹案且以前述之同一方法，可調整合乎稀疏資料區之一般分析要求。噴射氣流軸沿同一等高線路徑之連續性，為引導與構成這種觀點的分析之重要概念。

c. 噴射氣流軸之位置一般可在等高線構成中指明。以 500mb 最大熱風梯度的指示，需做到使此高度之噴射氣流軸慎重對稱，且以噴射氣流在最大風高度之位置而完成 200mb 分析。水平最大風軸除非有豐富而顯然指明的可信賴資料，否則其構成即呈垂直傾斜。最大風軸，假定本質上係沿倚氣流線存在，以便主要與等高線平行，但實際却有二分之一呈向下指向較低高度之加速度區，另一則指向較高高度之減速度區。且常有一交叉大於 20 度的角度存在。有關低空斜壓面與噴射氣流軸間之聯結情況業經於「高空分析總論」(The General Discussion of upper-Air Analysis) 中指明，(註三)對分析人員可為另一有用的概念，但對大規模性進展推廣，則其特質業已由採用 500mb 圖而構成分析，300mb 的溫度場其本身可根據 1000-500mb 的厚度場分析而成。

2. 等溫線。

仍居對流層內的 300mb 層之溫度分配，顯示平均北向的溫度梯度特徵。等溫線本質上仍趨於與等高線平行且密集平行於 500mb 等溫線。對流層頂與中緯度噴射氣流間之一常有關係，為噴射氣流心位於 250-200mb 間，且以一陡峻傾斜緊隣對流層頂。一般傾斜此對流層頂橫越 300mb 層，約在 300mb 上噴射氣流軸左方 100-200 哩處。在此對流層頂橫越處，其溫度梯度常呈顛倒之象的不連續性。在對流層頂與平流層內之模式發展已由南加州



圖六 受對流層頂影響之等溫型圖

大學之「大氣環流計劃」(The General Circulation Project) 予以刊行極力運用。其平均模式(參見圖六)，一般所行者為使對資料稀疏區分析，建立此種觀點與模式且顯示等溫線之存在現象，除非資料稠密區之可能誤差經一般平滑法應用後仍達 $\pm 2^\circ\text{C}$ 時始可。

3. 等風速線。

因風有決定等高線間隔之作用，故相反等高亦可用於解釋風場。如此，對於曲度等高線可據地轉風加以定性修正而成。等風速線模式已在高空總論中述及是為主要的運用概念。自然，為適合這些模式可導致等高線場之建立。對分析人員之所易於着手之點多為氣壓梯度為零之區域；高壓、低壓及氣壓谷區(The highs, the lows and cols)，其間之風被計算為零。

第六節 200mb 分析：

區域：北美

分析程序：

1. 等高線：以 300mb 直接分析為總則。

2. 等溫線：對稀疏資料區，運用模式從事本節所述之直接分析。

3. 等風速線：與 300mb 分析同。

第七節 100mb 分析：

區域：北半球(僅每日 1200Z 分析一次)。

分析程序：

1. 等高線：

a. 以 300mb 或 500mb 大比例之模式為本節分析基礎。高度甚不可信但豐富正確的風資，足以敷用清楚指出 100mb 之模型，在本質上與低層主要西風帶相同。主要之區別在於高度梯度過弱。

b. 以強烈信心於連續性從事直接分析，已成為在冬季對低緯與高緯分析之主要工具。強烈的「準停留冷低壓」(Quasi-stationary cold low) 為冬季極環流之特有特性。

2. 等溫線。

除偶於低緯區外，此層已完全位於同溫層內，並均位於低緯噴射氣流之上，故所現於全圖之溫度梯度除冬季有極地低壓外，夏季均直接向南。豐富的資料足以建立對海上之直接分析與利用平行觀念的延至海上分析。

第八節 最大風分析：

區域：全美

補充資料：

1. 適用所有雷文站之「風速高度表」(Wind speed vs. height graphs)

2. 所報告之對流層頂高度。

分析程序：

1. 風速高度表上所填之報告為 20000-50000 呎各層風向及此表所指示之對流層頂高度。

2. 以下列規則製成一平滑風速剖面圖。

a. 最大風層

b. 最大風層上下完整勻稱的風切。

c. 最大風位於(或近於)中高度所報告之對流層頂高度，但常僅與一弱逆溫有聯帶關係或其有一在低緯不符目前對流層定義的穩定層。

d. 最大風層鮮少達 45000 呎以上者。

e. 有一每千呎達 $\times$ 哩垂直風切的正確統計規則，其值約當 300mb 層風速的 5%。

f. 強風速區之風向有一隨高度之準常數變化趨勢。

g. 最大風之時空與高度變遷需規律而不變。

運用上述規則，平滑剖面圖須盡可能愈近似報告風速愈好。剖面圖可估計各層(甚小不足 5000 呎)之觀測，如祇達 3000 呎則上述 c, e 項將有助益。

3. 可從平滑風速剖面圖確量出下列參數：

a. 最大風速。

b. 最大風速之高度。

c. 最大風速上下 10000 呎的絕對風切平均值。

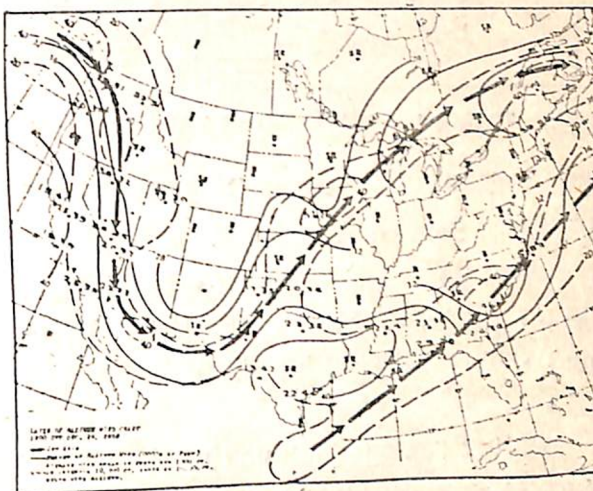
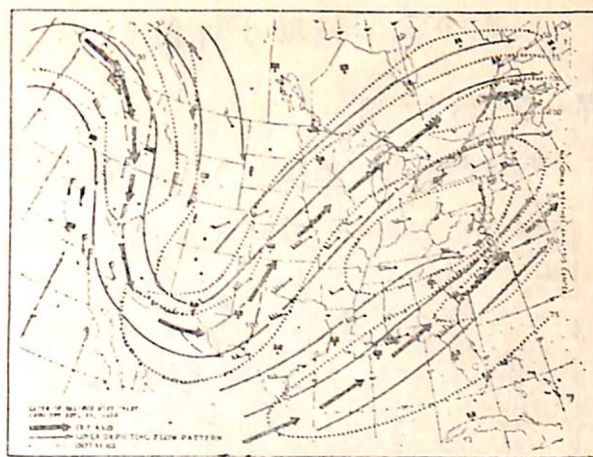
d. 平均風向，近最大風層處之顯著風向。

對所有情況，或絕無僅有的平均風速小於 25kt 之例證，被區分為「緩慢」(Slow 以 S_0 代表)且在無更多情報堪用時。如某些例證當平均風切小於每千呎 2kt 時，即被區分為正壓(以 B 代表)且僅有 30000 呎層之平均風速風向資料。

4. 然後把這些所選定的資料填入固定圖上(參見圖七、八)，且其分析步驟如下：

a. 簡化氣流線型，表示最大風速之方向。300 或 200mb 分析供為 2.f 分析之最佳腹案。

b. 主要根據業已平滑處理後之資料構成風速線，且等風速線常隨噴射氣流分佈。噴射氣流軸



圖七、八 最大風層——風切圖

在等風速線構成中定位，並比照且與噴射氣流位置對稱，指示於 500mb、300mb 及 200mb 分析上。然後再行適當之調整使所有最大風速軸達到本質上的垂直坡度。

c. 標出最大風速層之高度。此處所用之分析概念為最大風高度趨於順流從右至左的向下坡度且槽比脊低。

d. 分析斜壓區之垂直風切等值線。為這些分析有用的模式為左邊(或氣旋性水平風切)較右邊為強，且槽較脊強。

就此方面之分析和概念，乃得之於芝大與美海軍氣象研究所(NWRF)所合作研究的「高空計劃」(AROWA)。

美國氣象分析中心對此之運用：

1. 對最大風，對流層頂及垂直風切預報乃為重要工具。

2. 將重點置於噴射氣流軸的三度空間圖分析上，以決定其他高空分析之噴射氣流軸分析位置。

第四章 輔助分析圖表

第一節 結冰層圖

所填於結冰層圖(參見圖九)之資料,乃從無線電探空觀測所填於 Service C 或無線電探空資料所傳播的 Service A 吸取而得。此所填之無線電探空資料經檢查分為多種結冰層。地面溫度達結冰層下,則填於傳真圖並標註 BF (Below Freezing), 其他逐層結冰層由下而上填於無線電探空站旁。



圖九 1958年十二月九日結冰層之分析與雪涵蓋

線電探空觀測所填於 Service C 或無線電探空資料所傳播的 Service A 吸取而得。此所填之無線電探空資料經檢查分為多種結冰層。地面溫度達結冰層下,則填於傳真圖並標註 BF (Below Freezing), 其他逐層結冰層由下而上填於無線電探空站旁。

用為決定「漏報」(missing)無線電結冰(RAFRZ)高度之方法如下:無論何時遇測站氣壓大於925mb時,一張美國標準大氣高度比例尺圖,即被置於所報告的1000mb高度上,俾使無線電探空結冰高度可直接讀出。如遇測站氣壓小於925mb,則以850mb為參考層。

本圖之分析僅考慮每一測站之最低結冰層,地面結冰線需比照最近一張地面圖予以檢查,如有需要並加註斷線於傳真圖。結冰層高度每隔4000呎畫出一條,但終結於地面結冰層線的一點,該處結冰線交叉於地面地形平滑的等高線上(參見圖十)結



圖十 研製結冰層分析之美國平整化地形圖

冰層線之概型常酷似地面界面,1000-500mb 厚度等高線,或850mb,700mb等圖形。

第二節 降水之計算與分析:

降水量之計算,係從全美及南加拿大之無線電探空觀測中取得。其計算法係應用薩氏(Solot)之分析,其結論為:

$$w_p = 0.0004 q \Delta p$$

$$w_p = \text{降水量}$$

$$q = \text{混合比或比濕(克/廷)}$$

$$\text{如設 } \Delta p = 250 \text{ mb 則}$$

$$w_p = 0.1q$$

在實做中,以註明與1000mb,750mb及500mb等(即從250mb順氣壓高度之增加)相一致的水平平行線之透明紙膠於假絕熱圖上。其中包括一與飽和混合比線之平均坡度相一致的傾斜直線。將這些透明紙置於每一探空報告上,以使直線傾斜線形等面積為每增加250mb均能落於混合比線之兩旁。每次增加之降水值(吋)為形成等面積混合比線值之十分之一。然後將二次增加之總量填入圖中以便分析。

高度甚大之探空台,其部份探空不足750mb而不能構成250mb之數,在計算該空氣之降水值時常顯太大。似此祇有以相同混合比值減低該層之深度便至250mb。

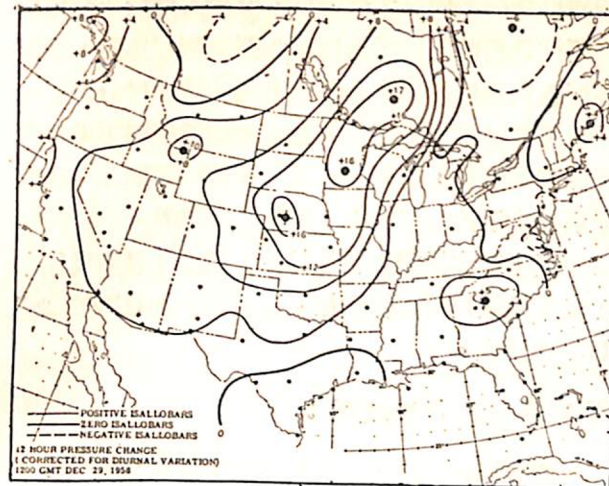
在遇以摩托為動力而行駛的船上之情況時,可假定露點值為20°C或30°C低於空氣溫度,當後來或次一點之報告各低於或高於10°C時。一至當降水值不足0.20吋時,此極乾燥情形可填一「D」字予以表明。

於所有計算完成且填好後, w_p 的等值線即可以直接分程序每相隔0.50吋予以繪出。(如有需要亦可以每0.25吋增繪等值線一條)

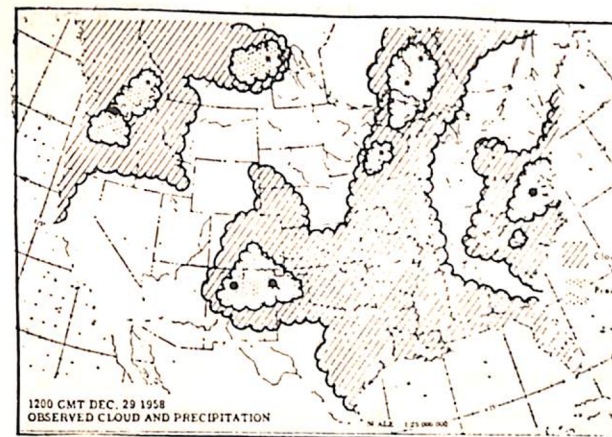
第三節 十二小時海平面氣壓變差分析:

海平面氣壓圖之構成係利用十二小時前全美及加拿大所有測站報告之代數減法而成。此對全美平均十二小時海平面氣壓日變化允屬正確。此平均氣壓日變化應用於美國之年中各月,其正確值之分析係以每4mb為間隔由利用海平面等壓型圖減法而伸算至海洋區。(參見圖十一)

第四節 雲雨分析:



圖十一 1958年十二月二十九日1200 Z 北美區十二小時氣壓變差圖



圖十二 1958年十二月二十九日1200 Z 雲雨觀測圖

此分析成就於以每三時為間隔的美國地圖面拷貝分析。雲雨圖(參見圖十二)時被預報人員用為預報準備之不時之需。接班預報員可就此圖對雲雨區運動作連續性研究,並可供其他人員研究其運動有關之因素等。

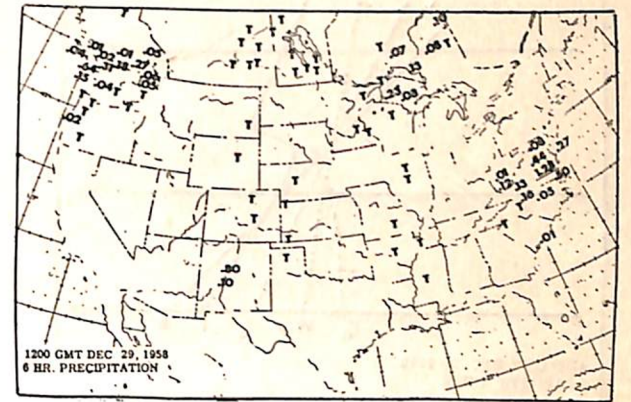
「全陰雲」(Essentially overcast cloudiness)之廣泛地區概以粗線括之。全陰分為陰間裂但不包括達全陰時雲量之3/4含意在內,除非遇孤立測站全為密雲所包圍之情況。

雨區之表示法,係以陰影顯示其上註明降雨符號以指示降水類型,作為分析預報之參考。孤立或疏散的陣雨(雷雨)僅以適當符號標示。總之每於炎熱夏季陣雨頻仍,廣大地區均為陣雨邊沿,逐一以封閉線予以概括。

第五節 雪涵蓋圖:

雪涵蓋圖每日填製兩次,時季為三——十月,

圖之比例尺為1:10,000,000。0000 Z之雪深報告,僅記錄從上一次1200 Z後所增加之量,故除非0000 Z已有實質報告,否則作雪無變化論。(如0000 Z無雪深報告則仍記原有之深度)(參見圖十三)



圖十三 1958年十二月二十九日至1200 Z 之全六小時降水量圖

第六節 穩定指標圖:

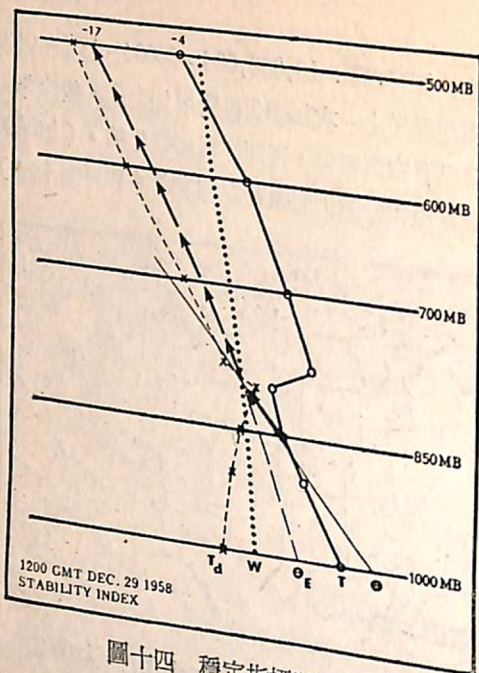
穩定指標之計算係從無線電探空觀測而得之數值計算以代表所經過測站空氣之穩定程度。850mb的溫度露點值及500mb的溫度為用以計算此值之三參數。850mb的一氣泡循乾絕熱上升飽和,然後以濕絕熱達500mb。將沿此程序而達500mb之空氣溫度與所實測之500mb溫度用代數減法相減如為負值即示不穩定(上升空氣較四週者為暖)。當850mb空氣相當乾燥,則升達500mb之氣泡即可趨予飽和,且其路徑全循乾絕熱上升。在某些較高層,如800mb,775mb等之溫度露點可作為美國西南山區甚多測站之參考。

此種計算工作之表現可由兩種方式完成;由直接填製絕熱圖或以專門準備之圖解法,將上升程序以800mb之溫度露點計算為起點,用已述之定量法予以顯示。(參見圖十四)

為獲致穩定指標值將每一探空台報告予以計算。所填於穩定圖上之資料可得自下列一或數來源:

一、直接從探空電碼印字機報告中獲得,使穩定指標常可經由全美所有氣象局無線電探空臺予以播發。首次廣播中之末尾其電碼被分為一「兩數組」(two digit group)將正負值報出。正值包括之電碼數為00-49(04即+4)負值包括範圍為50-99(53即-3),中性或零穩定為00。

二、當穩定指數末在廣播中收到,分析人員可自



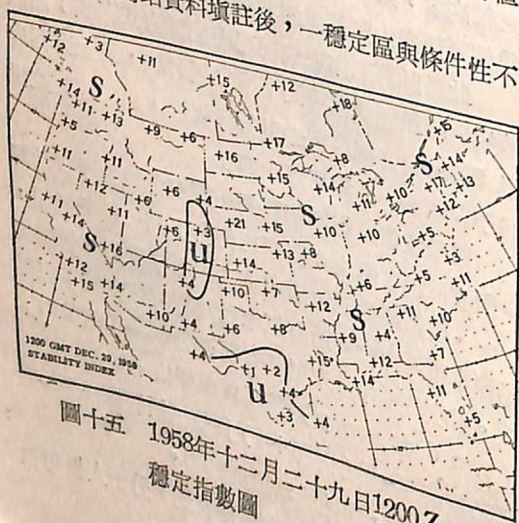
圖十四 穩定指標計算圖

行計算準備。

三、所有廣播報告如指示一負的穩定指標時，則可由分析人員予以檢查，如計算值未超出廣播值一度之差者則仍用後者。被認為比廣播值正確之任何計算值，均需以括號註明為「NAWAC Computation」。

四、有時氣層中偶出現一層甚為平淺的乾空氣層，含 850mb 參考層，或探空曲線從 850mb 以下即顯示出的乾空氣繼續隨上升而更趨乾燥。於此情況則穩定指標之再計算，可依照濕氣含量較大之參考層，作為更有代表意義的層次。此層之高度確定應與 850mb 相差在 50mb 之內，然後將此再計算值以括號註明。

將每一測站資料填註後，一穩定區與條件性不



圖十五 1958年十二月二十九日1200 Z 穩定指數圖

穩定區之分析圖已大致完成。分析人員於作穩定指標研究分析時，同時需注意地面圖與高空圖。地面界面系與高低氣壓中心在基本圖開始填繪分析前，常以淺藍鉛筆預先定出。穩定指標連續圖可備用為預報參考資料，如與一覽圖及連續性等顯示有任何矛盾的指示值均需檢查；期能正確無訛。

圖十五中僅需加繪等值線（為±4及零度線），零度線較其他二線為粗。正負區各加註“S”及“U”表示之。

第七節 天氣描述圖：

為全國每三小時之傳真傳遞，雲幕與能見度之分析以 1:10,000,000 的比例圖完成之。其步驟如下：

- 一、以實線將低於 1000 呎及 3mi (VRF minimum) 的雲幕高與或能見度區予以圈出。
- 二、以扇形線將 5000 呎或不足的雲幕高區予以圈出。

在實作中，有兩張圖需要填製，第一張（工作圖）各在所報告之雲幕高與能見度合併比較(1)之上(2)之測站處。此圖所成就者為「預備分析」(Preliminary analysis)。第二張圖全部所填之涵蓋資料包括南加拿大及墨西哥區之一切可用測站報告。天空遮蔽量符號與填於地面圖者同。雲幕高及能見度等均逐填明數值。

第八節 雲之分析：

從衛星收到之原始雲圖，因配景，顯像，電子及其他原因而產生畸形現象。雖此，仍完成準備適時利用傳真予以播發。同時其資料仍被矯正以求符合吾人所分析之各類圖型。各判讀站之手冊修正已經完成。此種雲分析資料之接收乃由美國氣象中心的特種電傳線路負責完成，然後由接收單位的分析人員配合地面及高空圖加以比較研究。如有需要，對圖相可加文字之釋義。

雲圖分析之調配常施之於稀疏資料區，雲圖輪廓特徵之註解與強調，均在為全國性的廣播前預先準備完成。雲圖之放置一般均附於地面分析圖上之有關位置，而雲分析之逐日處理均填於另一輔助圖。

貳、預報 (略)

(下接第三十頁)