

簡介500^{mb}五日平均圖及500^{mb}五日平均傾向圖

曲克恭

長期預報—這裡所講的只是所謂Extended Forecast—所用的方法，一直沒有獲得一個理想的解決，Rossby 曾經創始緯流指數 (Zonal Index) 作為長期預報的工具，Petterssen 的長波公式當然也可以獲得七十二小時的預報，Krick 和 Namias 的天氣類型的研判，更是早期氣象學家從事長期預報的聖經。

現在，美國正從三方面去着手長期預報：(一)軌跡法 (Track)，(二)五日平均圖 (Five-day mean chart) 及 (三)距平圖 (Anomaly Chart)。當然每一種方法皆有其優點和缺點，所以美國東京氣象中心的長期預報組將這三種方法同時使用，以求截長補短，取其統一性。

美國氣象局及東京氣象中心，都以五日平均圖為其長期預報的基本圖，五日平均圖包括地面和高空，但以 500mb 五日平均圖在長期預報中最為有效，因為它可以包括使用 Rossby 及 Petterssen 二氏的長波公式及 CAVT (Constant Absolute vorticity Trajectory) 的方法。500mb 五日平均圖 (後節簡稱五日平均圖) 對長期預報的功用正如其他每日天氣圖對短時預報的功用是一樣的，而且我們處理短時預報的許多定則，也同時可以應用到五日平均圖中，所不同的只是時間的延長而已。

在美軍東京氣象中心長期預報組中要準備五日平均圖，五日平均傾向圖，高度距平圖，厚度距平圖，槽脊線的連續性圖，西風圖，區域平均圖，二次區域平均圖及五十四小時，七十二小時的預測圖，五日平均預測圖等 (以上均指 500mb 者)。其中有些我氣象工作者已經稔知，有些業已有書刊介紹，這裡將五日平均圖及五日平均傾向圖簡介於後：

(一) 五日平均圖 (Five-day mean chart)

最初由 Namias 所創，是用計算機將各地五天的高度相加平均而得之，後來在美國麻省理工學院經 Rossby, Namias 等一再研究，始有了現在這種簡單而容易繪製的方法。

五日平均圖的目的就是要獲得長波 (Long wave) 或其他大規模的空氣運動系統，預報員對五日平均圖的使用應有一個明確的認識，即其性質與其他高空圖一樣，每日高空圖上顯示的形式如會引起某種天氣變化，那末，在五日平均圖上有此形式時也同樣會引起某種天氣的變化。例如，在某一個區域高空圖的形式將顯示有氣旋的生成和發展，同樣的，五日平均圖上有此種形式時，則表示將有一連串的低壓生成和發展。高空圖上顯示有南來的氣流，溫濕將增加，如果五日平均圖上有此情形，則表示在一個長時期中溫濕將較平均者為高。

兩日 500mb 高度趨勢 (Two-day 500mb height tendency) 正如同地面圖上三小時氣壓趨勢一樣的也畫在五日平均圖上，兩日高度趨勢可表示出大範圍系統的變化情形，研究五日平均圖上等高線與趨勢的關係，可以將大範圍的系統變化計算出來，或者直接觀察出來。

五日平均圖的畫法甚簡，只要將五天同時的 500mb 高空圖相互用差異分析法 (Differential Analysis) 加減即得。先須用簡單的數學表示之：

$$M = \frac{A+B+C+D+E}{5} \quad (M \text{ 為五日平均圖, } A, B, C, D, E \text{ 各代表連續每日同時之 } 500\text{mb 高空圖})$$

$$5M = A+B+C+D+E \quad \text{此式亦可寫成}$$

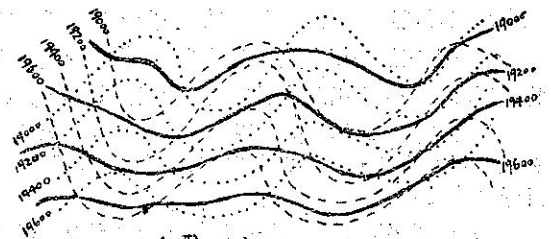
$$5M = A+B+C+D-4E+5E$$

$$\text{各以 } 4 \text{ 除等式兩面, } \frac{5}{4}M = \frac{A+B+C+D}{4} - \frac{4}{4}E + \frac{5}{4}E$$

$$\text{兩邊各乘 } \frac{4}{5}, M = \frac{4}{5} \left(\frac{A+B+C+D}{4} - E \right) + E$$

上式即可用差異分析法去繪製，其步驟為：

①將 A 圖和 B 圖相加得 $\frac{A+B}{2}$ (二圖相加時要注意隔線相加，即兩條等高線相加時其高度值平均後應等於原有等高線之值，如：19200 呎等高線係由 A 圖之 19200 呎加 B 圖之



(圖一)

..... A 圖之等高線
----- B 圖之等高線
————— $\frac{A+B}{2}$ 之等高線

19200呎，或 A 圖之19400呎加 B 圖之19000呎，或 A 圖之19600呎加 B 圖之18800呎等），（如圖一）

②將 C 圖和 D 圖相加得 $\frac{C+D}{2}$ ，

③再將上述二相加後之圖相加，即得

$$\frac{1}{2} \left(\frac{A+B}{2} + \frac{C+D}{2} \right) = \frac{A+B+C+D}{4}$$

④將第③步所得之圖減去 E 圖，（如圖二）得

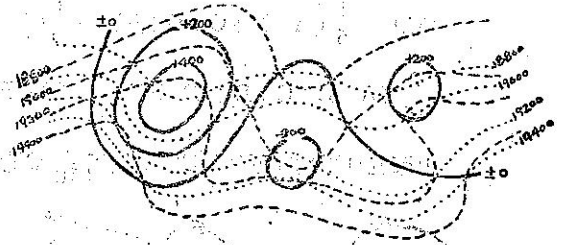
$$\frac{A+B+C+D}{4} - E$$

如何獲得 $\frac{1}{5} \left(\frac{A+B+C+D}{4} - E \right)$ 圖，需用內插法獲得某

些一定相關數值之高度線，將它們重新描繪後改註高度即可，

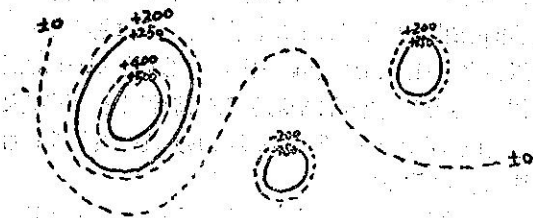
首先，我們要設法使 $\frac{1}{5} \left(\frac{A+B+C+D}{4} - E \right)$ 之數值仍能保持

原來之形式，即 ± 200 之倍數，如 ± 200 ， ± 400 ， ± 600 及 ± 800 等。但 $\frac{1}{5} \times 250 = 200$ ，所以，如果能在圖中求得 ± 250 之倍數，如 ± 250 ， ± 500 ， ± 750 ，及 ± 1000 等即可得 ± 200 之倍數。將圖二中之實線用內插法繪出 ± 250 ， ± 750 及 ± 1000 之等高線，而標以相當之數值即得 $\frac{1}{5} \left(\frac{A+B+C+D}{4} - E \right)$ 圖。其標法為： ± 0 標以 ± 0 ， ± 250 標以 ± 200 ， ± 500 標以 ± 400 ， ± 750 標以 ± 600 及 ± 1000 標以 ± 800 等等。（如圖三）



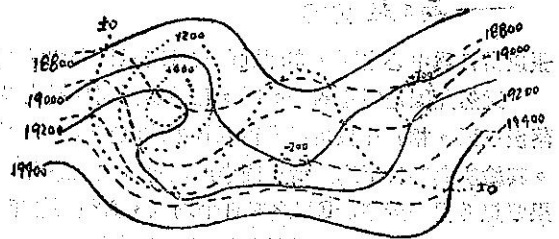
(圖一)

----- $\frac{A+B+C+D}{4}$ 圖之等高線
 E 圖之等高線
 —— $\frac{A+B+C+D}{4} - E$ 圖之等高線



(圖三)

----- $\frac{A+B+C+D}{4} - E$ 圖之等高線（見圖二）
 —— 內插求得相關數值之等高線



(圖四)

..... $\frac{1}{5} \left(\frac{A+B+C+D}{4} - E \right)$ 圖之等高線
 將圖三內插求得之等高線插繪後改標以相當之數值
 E 圖之等高線
 —— 五日平均圖之等高線

⑥重新描繪改註數值後之圖再加 E 圖即得五日平均圖（如圖四）。

空軍氣象中心現正從事於 500mb 五日平均圖之繪製與研究，其所用方法略有不同，其法為：

①A B C D E 代表連續每日同時之 500mb 高空圖。

②A 圖加 B 圖得 $\frac{A+B}{2}$

③D 圖加 E 圖得 $\frac{D+E}{2}$

④ $\frac{A+B}{2}$ 圖加 $\frac{D+E}{2}$ 圖得 $\frac{1}{2} \left(\frac{A+B+D+E}{2} \right)$ ，

⑤ $\frac{1}{2} \left(\frac{A+B+D+E}{2} \right)$ 圖再加 C 圖得 $\frac{1}{4} \left(\frac{A+B+D+E}{2} \right) + \frac{1}{2} C$ 。

⑥第五步所得之圖加第④步所得之圖，即得五日平均圖。

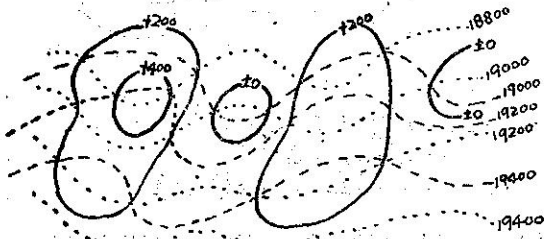
$$\frac{1}{2} \left[\frac{1}{4} \left(\frac{A+B+D+E}{2} \right) + \frac{1}{2} C \right] + \frac{1}{4} \left(\frac{A+B+D+E}{2} \right) = \left[\frac{A+B+D+E}{16} + \frac{C}{4} \right] + \frac{A+B+D+E}{8}$$

$$= \frac{A+B+D+E+4C+2A+2B+2D+2E}{16} = \frac{3}{16} (A+B+C+D+E) + \frac{1}{16} C$$

$$\text{但 } M = \frac{1}{5} (A+B+C+D+E) = \frac{3}{15} (A+B+C+D+E)$$

$$\frac{3}{16} (A+B+C+D+E) \text{ 小於 } \frac{3}{15} (A+B+C+D+E)$$

但因五日平均圖近似於C圖，故用 $\frac{1}{16} C$ 補償之可得極近似之五日平均圖。



(圖五)

--- E+F圖：等高線

..... Z+A圖：等高線

—— 兩日趨勢線

兩日高度趨勢的繪法亦可用數學表示之：

$$Z+A+B+C+D \text{ (前日之圖)}$$

$$A+B+C+D+E \text{ (昨日之圖)}$$

$$B+C+D+E+F \text{ (當日之圖)}$$

用當日之圖減去前日之圖

$$B+C+D+E+F) - (Z+A+B+C+D)$$

$$= (E+F) - (Z+A)$$

所以只要用 (E+F) 圖減去 (Z+A) 圖即可獲得兩日的趨勢。(如圖五)

(二) 五日平均傾向圖 (500mb trend chart or regression chart)

五日平均圖極近似其五天中間一天之圖，如何繪製一

張以當日為中心之圖，亦即近似當日之五日平均圖，歷年來試驗的結果，證實五日平均傾向圖是最佳的方法。

雖然此圖是假想的一種圖，它顯示預期的氣流場，但是可以視之為實際的高空圖。平均傾向圖較五日平均圖落後三天，相互比較可以獲得五日平均圖在未來三天中變化的傾向，所以在做五日平均預測圖時此圖之功用甚大。其繪法與五日平均圖者相同僅所用每日之圖略有不同。五日平均圖 ($5M = A+B+C+D+E$) 近似於C圖，如果要想獲得一近似於E圖之五日平均圖，必須要加未來二日之圖，即 $C+D+E+F+G$

根據大氣之變化有連續性及氣候資料之一致性之假定，即可解決此問題，用 $E+N$ 代表 $F+G$ ，即 $C+D+E+E+N$ (E為當日之 500mb 圖，N為標準平均圖)。

所以五日平均傾向圖是用五張圖製成的，①四十八小時前500mb高空圖；②二十四小時前之500mb高空圖；③當時500mb高空圖；④當時500mb高空圖。⑥標準平均圖。

其兩日趨勢即為：

$$Z+A+B+C+D \text{ 昨日之五日平均圖}$$

$$A+B+C+D+E \text{ 當日之五日平均圖}$$

$$B+C+D+E+N \text{ 未來第一日之五日平均圖}$$

$$\text{第三列減去第一列，} (E+N) - (Z+A)$$

五日平均傾向圖與其兩日趨勢之繪法與五日平均圖者完全相同，兩日趨勢升降中心決定以後，可用下述公式計算槽脊線之移動速度。

$$S \text{ (三天移動速度)} = \frac{3}{2} \left(\frac{\frac{1}{2}u - \frac{1}{2}u'}{h_1 + h_2 + 2h_0} \right) u$$

u = 單位長度

$\frac{1}{2}u$ = 用單位長度 u 之 $\frac{1}{2}$ 自槽線上一點量至高度趨勢升區上之一點之值。

$\frac{1}{2}u'$ = 用單位長度 u' 之 $\frac{1}{2}$ 自槽線上一點量至高度趨勢降區上之一點之值。 (接封面裏頁)

