

# 距平在天氣預報中之應用

徐應璟譯

## 一、距平之定義

地球上某點，某特殊氣象參變數值與標準數值間之差異，稱為距平 (Anomaly)。所謂標準數係指：位於該點該特殊氣象參數，在相當長久時期內之統計平均而言。

長時期中求得之平均圖，已包含：地形，地理，緯度以及季節性等之綜合影響，距平圖對於是種綜合影響，全被祛除，因之可視為一瞬間之氣象參數實際圖形之代表。

## 二、五百毫巴之高度距平

### (一) 五百毫巴標準圖

五百毫巴標準圖中之等高線，相當平滑，槽脊線淺而不顯。不似每日五百毫巴等高線之曲度顯著，此外，自標準等高線圖中計算而得之風場，風切極微，若能以標準圖之區域平均圖代替標準圖，則任何微細可察及之相對旋轉率，全能免除，而符合實際要求。

東京氣象中心計算五百毫巴高度距平圖，係根據適當時期標準圖之區域平均圖，而捨棄該時期中之原始標準圖，此項取捨之理由如下：

① 區域平均手續能將原始標準圖中之任何微弱相對旋轉率場，以及基於原始標準高度數值誤差造成之小規模錯誤，予以剔除，符合各種實際應用之目的。

② 標準圖之區域平均圖，設有變化，必非常緩慢，可當做製做標準圖時，所依據資料之年代增多看待。

茲以  $Z$  代表五百毫巴高度， $\bar{N}_{11.2}$  代表平滑增量  $11.2^\circ$  緯度五百毫巴標準高度之區域平均， $Z'$  代表五百毫巴高度距平，則

$$Z' = Z - \bar{N}_{11.2}$$

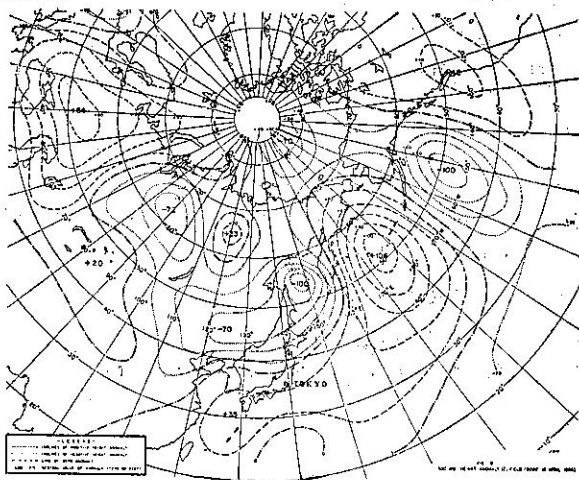
而五百毫巴區域平均之距平  $\bar{Z}'_{11.2}$ ，可用下式限定

$$\bar{Z}'_{11.2} = \bar{Z}_{11.2} - \bar{N}_{11.2}$$

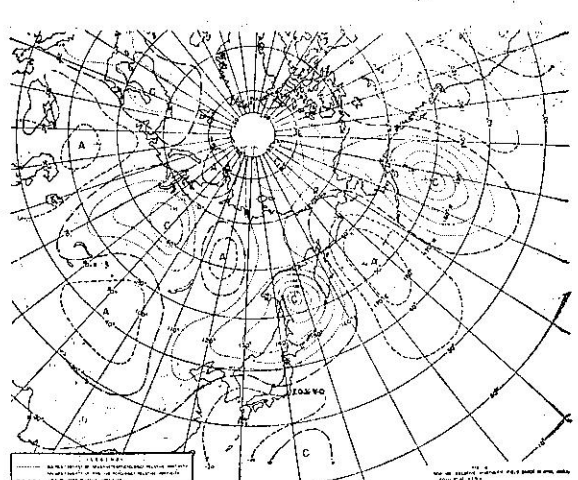
### (二) 高度距平場之一般特性

高度距平場以數值描繪高層天氣圖中槽脊線形式之作用，和高度變化以及相對旋轉率中心所表明者相同。經驗告訴我們，製做區域平均圖所用平滑增量充份巨大 (緯度  $11.2$  度或以上)，所獲得之相對旋轉率場，在數量與位置兩方愈與距平場相合，同時，相對旋轉率與距平場強度差異甚大之地區，區域平均旋轉率平流技術之應用，通常最不可信。

附圖①及②，分別繪明1956年4月18日1500z之五百毫巴距平圖及五百毫巴相對旋轉率圖，以證明兩者間之相似程度。



圖一 正高度距平線  
 負高度距平線  
 零高度距平線



圖二 負值(反氣旋)等相對旋轉率曲線(200呎)  
 正值(氣旋)等相對旋轉率曲線(200呎)  
 零值等相對旋轉率曲線  
 圖二 500mb相對旋轉率圖 (1500z, 18April 1956)(D=11.2° at 45°N)

距平在長期天氣預報中常被應用，以決定上層大氣中長波槽脊之位置及其強度。大多數情況下，常應用時間平均（五日平均或三十日平均）之距平場。但是，自從區域平均技術發現後，區域平均距平場，亦成爲鑑定長波槽脊方法之一。

(三) 長波型之距平特性

① 用區域平均圖鑑定長波型之方法

目前天氣預報工作中，最難捉摸甚或最有用的一件事，便是區別「短波」與「長波」。不幸，何謂長波，現時尚不能確切寫明其定義。在實際長波預報工作中，我們祇將天氣圖中出現之振盪，依照波之長度，區分爲兩類，所謂短波代表數量較多之振盪，與長波相比較其運動較爲迅速，波幅通常較小。

計算原始圖之區域平均，也許爲決定該圖中長波位置最佳法則之一。原圖中槽脊線仍出現於區域平均圖中者，可視之爲長波槽及脊。

區域平均法則與時間平均法則相比，具下述優點：

① 區域平均法則能使所求得之平均圖，以最近一次基本圖之時間爲中心。而時間平均圖則顯然不能以最近一次基本圖之時間爲中心。

② 將基本圖與區域平均圖同時應用，能依照旋轉率平流法則，客觀的計算五百毫巴圖中之變化。

在長波預報中，時常假定長波槽脊之存在，能多少決定短波之行爲，在此假定下，下述諸項定則已經建立。

- ① 當短波槽向長波槽所在之經度接近時，短波槽加深。
- ② 當短波槽向長波脊所在之經度接近時，短波槽減弱。
- ③ 當短波脊向長波槽所在之經度接近時，短波脊減弱。
- ④ 當短波脊向長波脊所在之緯度接近時，短波脊加強。

在應用旋轉率平流法則之時，相似地先認大規模氣流（區域平均）本身之變化極小，一切變化之發生，係起源於規模較小系統（相對旋轉率場）遭受大規模氣流引起之平流之結果。

在短時天氣預報之中此種假定縱屬常見，但並未永遠如此。而在長期天氣預報之中，則必須另求其他滿意之假定。例如，我們根據大規模特徵無變化之假定，如何能預報其變化？

② 利用區域平均距平場  $\bar{Z}'_{11.2}$  鑑定大規模型式之方法。

茲將五百毫巴高度距平場書如下式：

$$Z' = Z - \bar{N}_{11.2}$$

若在方程式兩方，各加以  $Z_{11.2}$ ，平滑增量  $d = 11.2$  之五百毫巴區域平均高度，則

$$Z' + Z_{11.2} = Z + Z_{11.2} - \bar{N}_{11.2}$$

$$Z' = (Z - \bar{Z}_{11.2}) + (\bar{Z}_{11.2} - \bar{N}_{11.2})$$

$$Z' = (Z - \bar{Z}_{11.2}) + \bar{Z}'_{11.2}$$

後面方程式右方第一項代表相對旋轉率場，但符號相反。第二項代表五百毫巴區域平均高度之距平場。因此，我們可以將五百毫巴高度距平，看做兩分量之和； $(Z - \bar{Z}_{11.2})$  場與圖中之移動系統相關， $\bar{Z}'_{11.2}$  場，代表大規模且運動緩慢之系統。

假定五百毫巴天氣圖中，大規模型式與標準形勢相近，則

$$\bar{Z}_{11.2} - \bar{N}_{11.2} \approx 0 \quad \text{及}$$

$$Z' \approx Z - \bar{Z}_{11.2}$$

因此，除去區域平均圖槽脊線位置以外， $Z'$  場與相對旋轉率場幾乎相符。

$\bar{Z}'_{11.2}$  場可自基本五百毫巴之區域平均圖中，減去五百毫巴標準圖之區域平均圖而得。 $\bar{Z}'_{11.2}$  場能以簡單數值之形式繪明五百毫巴分析圖中大規模系統部份。此種代表方式，使得區域平均圖中系統之強度，位置，排列及組成得以確定，並得逐日追蹤。

區域平均圖及基本五百毫巴圖之距平場，較之通用之五百毫巴及其區域平均之等高線圖，具有下列優點：

① 對波幅小之系統言， $d = 11.2$  實際區域平均圖中之等高線通常非常平坦。在此項情況下，利用目視決定槽脊線位置，實屬困難。若欲看出這些槽脊線之微細變化，則更爲困難。反之，距平場有誇張槽脊線之傾向，因爲圖中之一主要部份（ $\bar{N}_{11.2}$  場）已被減除，剩餘之槽脊即爲正負距平中心位置所代表。

②區域平均圖之距平場，在應用 AWSTR105-100/2 所介紹之預報法則時，特別適合。

③  $Z'$  及  $Z'_{11.2}$  場之連續性，便於比較五百毫巴基本圖及區域平均圖中主要系統之變化及其運動性質。將五百毫巴基本圖中距平場 ( $Z'$ ) 之強度，運動場與區域平均圖中之距平場 ( $Z'_{11.2}$ ) 相互比較，我們立可決定  $Z'$  場中之正負中心，何者與小規模天氣系統相配合，何者與大規模系統相配合。

④對於諸如亞洲沿海，冬季大部時間為長波槽盤據地區之天氣預報之距平應用極有成效。該長波同時顯明於區域平均圖中，在此地區區域平均圖中，等高線脊甚少出現，在時間平均圖中更甚於此，因此，甚至區域平均圖之等高線，在此區域為自西向東直線，或屬微弱之脊，即亦顯露為強大之正距平中心。從過去經驗中，我們發現此類  $Z'_{11.2}$  或  $Z'$  中心，可做為脊線看待，而能應用正距平與顯著等高線脊相合之一般預報法則。

⑤在圖中正(負)距平中心呈橢圓形，排列略呈東西方向之地區，區域平均距平場尤為有效。在該場中將是項特徵，分類為大規模系統，也許較之分類為槽脊線為佳，因為後者通常為南北向之正強曲線。我們可能由該項距平中心之排列中，察知自北至南各緯度中，大規模系統與槽脊線相配合之情形不存在，同時大規模系統之特性為西風之分裂，例如，在一個  $Z'_{11.2}$  場正距平中心形式中，高緯有較標準為強之西風帶，低緯有較標準為弱之西風帶或東風帶。

⑥將兩種不同之高度距平同時考慮，可區分大規模系統之型式。從我們的經驗中，已認明某類或某型系統與持久性，運動性，減弱或增強之  $Z'_{11.2}$  中心相連繫，時常亦  $Z'_{11.2}$  中心相連繫，利用是種模型，我們可明白基本圖中長波與短波之相互重要性，而無須片面假定長波永佔優勢。在必要之際這種知識自然亦能應用，修正連續性及旋轉率平流法則。

### 三、1000—500毫巴間之厚度距平

#### ①厚度為熱力參數

在許多方面1000-500毫巴間厚度距平之應用，與應用五百毫巴高度距平十分類似。厚度距平場，能使人將目前之厚度與氣候統計之標準厚度得以此比較。因為厚度與平均虛溫為正比關係，1000-500毫巴間厚度距平同時即為1000-500毫巴間之平均虛溫距平圖。因此從厚度距平之連續性，可便利的看出各種相隨氣團之路徑中，所產生之虛溫改變程度。

茲以附圖三1956年4月18日之厚度距平圖為例，經發現在遠東地區厚度距平對於氣旋生成之預報特殊有效，1000-500毫巴間之24小時變化量，與五百毫巴距平和五百毫巴相對旋轉率及五百毫巴24小時高度變化之關係相似。

附圖四，為平滑增距11.2度自1000-500毫巴厚度圖求得之區域平均圖，減去原厚度圖中等高線所得之厚度相對旋轉率型。求取此種熱力旋轉率，所根據之圖與求取附圖三之厚度距平場相同。請注意旋轉率與距平場間位置與強度之相似情形，在預報員缺乏充分時間預備以上兩種圖之情況下，此種相似可做為一有效之方法，在該情況下，熱力旋轉率中心可視之為距平中心，對於以上兩場法則與討論之應用同樣良好。

#### ②厚度距平場之平流

根據厚度距平場在  $(\frac{1000+500}{2})$  毫巴平均氣流場

中之保守性，我們可用方程式表明厚度距平場之平流。茲以

$$h_h = 1000 - 500\text{mb之標準厚度值。}$$

$$h = 1000 - 500\text{mb之厚度值。}$$

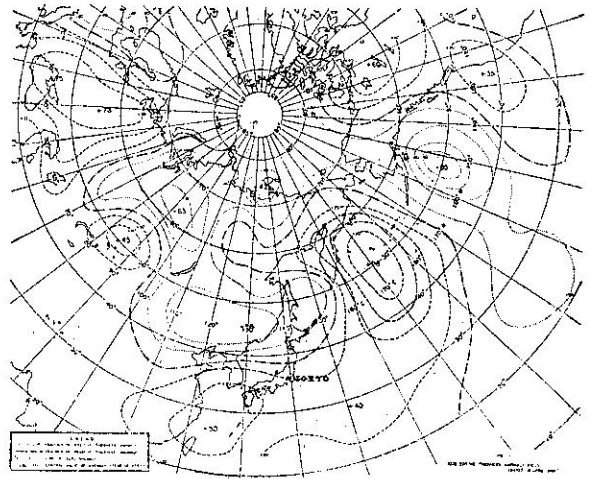


圖 三：1000—500mb厚度距平圖 1800z18. April 1956

- 正值等厚度距平線
- - - 負值等厚度距平線
- · · 零值等厚度距平線
- +50 估計之中心距平強度(單位10呎)

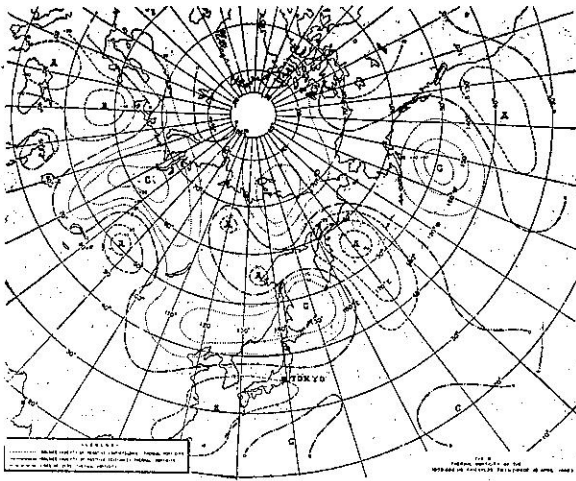


圖 四：1000—500mb 厚度場熱力旋轉率圖 1800z 18 April 1956

圖記  
 - - - 負值(反氣旋)等熱力旋轉率曲線(200呎)  
 - - - 正值(氣旋)等熱力旋轉率曲線 (200呎)  
 - - - 零值等熱力旋轉率曲線

$$-\nabla h' \cdot \nabla h' = 0, \text{ 依同理}$$

$$-\frac{\nabla h'}{2} \cdot \nabla h' = 0$$

自前述基本方程中，將後面一式減去，乃得

$$\frac{\partial h'}{\partial t} = -(\nabla_m - \frac{\nabla_n'}{2}) \cdot \nabla h'$$

將 (2-20) 代替  $h$ ，並展開上式，可得

$$\frac{\partial h'}{\partial t} = -(\frac{\nabla_0}{2} + \frac{\nabla_5}{2} - \frac{\nabla_5}{2} + \frac{\nabla_V}{2} + \frac{\nabla_{hm}}{2}) \cdot \Delta h'$$

$$\frac{\partial h'}{\partial t} = -\nabla(1000 + \frac{h_n}{2}) \cdot \nabla h'$$

最後一方程式叙述自1000毫巴與二分之一標準厚度等高線相加而得之圖上，計算而得之地轉風：為造成厚度距平場平流之瞬間氣流。

由前節所述線族造成之厚度距平場之平流，可得到  $(\frac{1000+500}{2})$  毫巴平均層氣流平均相同之瞬間結果。我們選用  $(1000 + \frac{h_n}{2})$  氣流之理由如下：①其等高線與厚度距平圖中之等高線較之採用  $\frac{1000+500}{2}$  時，更近於正交，因此平流發生之區域較為確定。②選用之等高線較  $\frac{1000+500}{2}$  具有地面等壓線較大之代表性。

(譯自：Forecasting Rules and Techniques Used in Tokyo Weather Central)

$h' = 1000 - 500\text{mb}$ 之厚度距平值。

$\nabla_m (\frac{1000+500}{2})$  之平均氣流。

$\nabla_5 \nabla_0$  分別代表500毫巴與1000毫巴之地轉風氣流假定在平均層中之厚度距平場具保守性，則

$$\frac{dh'}{dt} = 0$$

展開此式，並且假定垂直運動速度可予忽略。

$$\frac{dh'}{dt} = \frac{\partial h'}{\partial t} + \nabla_m \cdot \nabla h' = 0$$

$$\frac{\partial h'}{\partial t} = -\nabla_m \cdot \nabla h'$$

此式敘明在一定點厚度距平之變化，為厚度距平等高線，受位於1000與500毫巴間一層平均地轉風平均經過該點之結果。

1000毫巴與500毫巴間平均風中，平行於距平等高線之分速，對於厚度距平等高線之平流無貢獻，因此，