

變壓變高的平流動力 理論與應用

朱 和 周

中國人民革命軍事委員會氣象局

一九五三年一月

變壓變高的平流動力 理論與應用

朱 和 周

中國人民革命軍事委員會氣象局

一九五三年一月

目 錄

(一) 等變壓圖和等變高圖.....	1頁
(二) 氣壓的平流變化.....	3頁
(三) 氣壓的動力變化.....	9頁
(四) 氣壓動力平流變化值的計算.....	14頁
(五) 氣壓的動力變化與對流層中溫壓場的結構的關係.....	18頁
(六) 氣壓的動力變化與氣旋反氣旋的發生和發展的關係.....	24頁
(七) 結語與摘要.....	30頁

變壓變高的平流動力理論與應用

在日常分析預報工作中，我們已經有了一些使用變高變壓圖的法則，這些法則對於地面氣壓系統的運行和演變上往往不容易掌握，主要的是由於這些法則的本身還缺乏有系統的正確的理論基礎，因此，不能按變高變壓的性質和特點揭發出來。本文的目的是引用蘇聯氣象專家基培爾的理論來討論變壓變高圖的使用及其限度，供作分析預報工作中的參考。

（一）等變壓圖和等變高圖：

等變壓圖是從兩張不同時間的地面圖上求得各地的氣壓差值而畫成的等變壓線圖，等變高圖是從兩張不同時間的等壓面圖上求得的各地的高度差值而畫成的等變高線圖。

繪製等變壓（或等變高）圖，通常採用兩種方法。第一種是將兩張不同時間的地面圖放在印膠桌上，用不同顏色的鉛筆將前後兩張圖上的等壓線描在一張空白圖上，註明各等壓線的氣壓數值。這兩種不同顏色的等壓線是互相交錯着的。每個交點上可以看出兩種等壓線的差值來。差值正的是正變壓，差值負的是負變壓，沒有差值是零變壓。繪製時先從零變壓線畫起，然後判定各零變壓線間的那些地區是負區或是正區，再將各正負區內每隔 6 毫巴（或 3 毫巴）畫一條等變壓線。正變壓線用藍色，正變壓中心記藍色（+）號；負變壓線用紅色，負變壓中心記紅色（-）號，零變壓線用黑色。第二種是在兩張不同時間的地面圖上選定若干點，將這些點的氣壓差值求出來，填在空白圖上，然後畫等變壓線。在同一海平面上的地面圖，分析又相當正確時，採用第一種方法是很簡單的，在有高原和平原的複雜地區，採用前法不够正確。用第二種方法，不過計算時間花得

多些，畫的時候，也要注意高原的變壓和平原的變壓不能用同一等變壓線表示（後面還要討論的）。等變高圖的繪製法和等變壓圖的繪製法是一樣的，不再重述。

等變壓圖或等變高圖上有正的中心，有負的中心，這些正負中心不斷地在移動。有的在移動中加強了，有的在移動中減弱了。

從繪製等變壓線或等變高線的方法來看，這些正負中心的發生是不難想像的。某一地區內本來是高壓系統的所在地，經過一段時間後，這個高壓系統移出去了，代替它的是從鄰近地區移來的低壓系統，這樣在等變壓圖上這一地區內便產生了負變壓中心；相反地，從鄰近地區移進來的高壓系統代替了已從本地區移出去的低壓系統，這樣在等變壓圖上這一地區內便產生了正變壓中心。

變壓圖或變高圖上的正負中心數值是由移進來的高值系統和移出去的低值系統，或移進來的低值系統和移出去的高值系統的數值來決定的。有些高低值系統在移動過程中沒有增強也沒有減弱，只是水平的移動着；有些高低值系統在移動過程中是增強了或減弱了；所以變壓圖上或變高圖上的正負中心數值，本質上包含着兩種不同的氣壓變化。第一種是這些高低值系統沒有變化的移進來後對於當地氣壓或高度的改變值；第二種是這些高低值系統移進來以後由於增強或減弱對於當地氣壓或高度的改變值。按照蘇聯平流動力的學說，第一種值是平流變化值，第二種是動力變化值。如果用 P_0 代表地面氣壓， t 代表時間， $\frac{\partial P_0}{\partial t}$ 代表地方性的氣壓變化， $(\frac{\partial P_0}{\partial t})_1$ 代表地方性的氣壓平流變化， $(\frac{\partial P_0}{\partial t})_2$ 代表地方性的氣壓動力變化，地面變壓圖上的變壓值與平流，動力變化值的關係，可用下列公式表示：

$$\frac{\partial P_0}{\partial t} = \left(\frac{\partial P_0}{\partial t} \right)_1 + \left(\frac{\partial P_0}{\partial t} \right)_2 \dots \dots \dots (1)$$

(二) 氣壓的平流變化：

大氣層中各空氣質點在按照着地轉風的規律運行時，或者說各空氣質點在力的平衡狀態下運行時，地面的氣壓系統是不會加強或減弱的，只是保持原來的系統在水平方向上從甲地移到乙地，中心的數值沒有發生變化。但是，在固定的地方，氣壓是隨着時間的變化而有變化的，這些變化是由於在這固定的地方上層有不同的氣壓系統的移進和移出所產生的，我們將這樣的地方性的氣壓變化叫做氣壓的平流變化。

*根據基培爾的理論

$$\text{地面氣壓的平流變化 } \left(\frac{\partial P_0}{\partial t} \right)_1 = -\alpha (T_0, P_0) \dots \dots (2)$$

$$\text{地面氣溫的平流變化 } \frac{\partial T_0}{\partial t} = \beta (T_0, P_0) \dots \dots \dots (3)$$

式中 P_0 , T_0 代表地面的氣壓與氣溫

$$\alpha = \frac{AR}{1C_p} \left(1 - \frac{T_H}{T_0} \right), \quad \beta = \frac{RT_H}{1P_0},$$

$$(T_0, P_0) = \frac{\partial T_0}{\partial x} \frac{\partial P_0}{\partial y} - \frac{\partial T_0}{\partial y} \frac{\partial P_0}{\partial x} = \text{溫壓場結構。}$$

T_H 是對流層上限的溫度， R 是氣體常數， $l = 2\omega \sin \varphi$ 是地球自轉力在垂直方向上的渦度， C_p 是定壓比熱， A 是工的熱當量， α, β 在短時間和有限的區域內可當作常數。

由(2), (3)兩式得

$$\beta \left(\frac{\partial P_0}{\partial t} \right)_1 + \alpha \frac{\partial T_0}{\partial t} = 0 \dots \dots \dots (4)$$

*未學習過微積分的同志，可將本節省去。

將 α, β 當做常數，積分得

$$\beta P_o + \alpha T_o = \theta(x, y), \dots\dots\dots (5)$$

式中表明 θ 是不隨時間變化的常數，求 θ 對 x, y 方向上的微分，則得

$$\left. \begin{aligned} \beta \frac{\partial P_o}{\partial x} + \alpha \frac{\partial T_o}{\partial x} &= \frac{\partial \theta}{\partial x} \\ \beta \frac{\partial P_o}{\partial y} + \alpha \frac{\partial T_o}{\partial y} &= \frac{\partial \theta}{\partial y} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (6)$$

由上方可得

$$\alpha(T_o, P_o) = (\theta, P_o),$$

$$\beta(T_o, P_o) = -(\theta, T_o),$$

代入(2), (3) 兩式，得

$$\frac{\partial P_o}{\partial t} - \frac{\partial \theta}{\partial y} \frac{\partial P_o}{\partial x} + \frac{\partial \theta}{\partial x} \frac{\partial P_o}{\partial y} = 0,$$

$$\frac{\partial T_o}{\partial t} - \frac{\partial \theta}{\partial y} \frac{\partial T_o}{\partial x} + \frac{\partial \theta}{\partial x} \frac{\partial T_o}{\partial y} = 0.$$

這兩個式子說明了地面等壓線 ($P_o = \text{常數}$) 和等溫線 ($T_o = \text{常數}$) 是沿着等 θ 線 ($\theta = \text{常數}$) 方向移動的。同時

$$\text{沿 } x \text{ 軸方向分速 } V_x = -\frac{\partial \theta}{\partial y}$$

$$\text{沿 } y \text{ 軸方向分速 } V_y = \frac{\partial \theta}{\partial x},$$

換句話說，即等壓線或等溫線上任一點的移動速度等於在這一點上的等 θ 線的梯度。

在絕熱變化的大氣裏，如 $T = T_o - \gamma z$, $P/P_o = (T/T_o)^{R/\gamma}$, (γ 是氣溫垂直，遞減率， z 是高度， P 是高度 z 處的氣壓)，應有下列的關係：

$$\text{式} \quad \frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial t} = \frac{R(T_0 - \gamma z)}{P_0} \frac{\partial P_0}{\partial t} + \frac{\gamma z}{T_0} \frac{\partial T_0}{\partial t} \quad (7)$$

$$\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial x} = \frac{R(T_0 - \gamma z)}{P_0} \frac{\partial P_0}{\partial x} + \frac{\gamma z}{T_0} \frac{\partial T_0}{\partial x} \quad (8)$$

$$\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial y} = \frac{R(T_0 - \gamma z)}{P_0} \frac{\partial P_0}{\partial y} + \frac{\gamma z}{T_0} \frac{\partial T_0}{\partial y} \quad (9)$$

如將式中 P 換為等壓面上的位勢高度 ϕ ，利用

$$\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial x} = \left(\frac{\partial \phi}{\partial x} \right)_p$$

$$\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial y} = \left(\frac{\partial \phi}{\partial y} \right)_p$$

則得 $\left(\frac{\partial \phi}{\partial x} \right)_p = \frac{\gamma z}{T_0} \frac{\partial T_0}{\partial z} + \frac{R(T_0 - \gamma z)}{P_0} \frac{\partial P_0}{\partial x}$

$$\left(\frac{\partial \phi}{\partial y} \right)_p = \frac{\gamma z}{T_0} \frac{\partial T_0}{\partial y} + \frac{R(T_0 - \gamma z)}{P_0} \frac{\partial P_0}{\partial y}$$

與(5)，(6)二式比較，假設

$$\left(\frac{\partial \phi}{\partial x} \right)_p = m \frac{\partial \theta}{\partial x}, \quad \left(\frac{\partial \phi}{\partial y} \right)_p = m \frac{\partial \theta}{\partial y},$$

則 $\frac{\gamma z}{T_0} = m\alpha, \quad \frac{R(T_0 - \gamma z)}{P_0} = m\beta,$

由此可求出 $z = \frac{\alpha T_0}{\alpha\gamma + g\beta\varrho_0}, \quad m = \frac{g}{\alpha\gamma + g\beta\varrho_0}$

故 $\frac{\partial \theta}{\partial x} = \frac{\alpha\gamma + g\beta\varrho_0}{g} \left(\frac{\partial \phi}{\partial x} \right)_p, \quad \frac{\partial \theta}{\partial y} = \frac{\alpha\gamma + g\beta\varrho_0}{g} \left(\frac{\partial \phi}{\partial y} \right)_p$

或 $\frac{\partial \theta}{\partial x} = (\alpha\gamma + g\beta\varrho_0) \left(\frac{\partial z}{\partial x} \right)_p, \quad \frac{\partial \theta}{\partial y} = (\alpha\gamma + g\beta\varrho_0) \left(\frac{\partial z}{\partial y} \right)_p$

由此可知等 θ 線是相當於等壓面上的等高線，這個結論的意義是非常重要的，因為地面等壓綫和等溫綫是沿着 θ 綫的方向移動，而且移動的速度等於 θ 綫的梯度，現在我們可以換一種方式來說：

地面等壓綫和等溫綫是沿着 $z = \frac{\alpha T_0}{\gamma + g \rho_0}$ 的等壓面上的等高綫方向移動，而且移動的速度等於等高綫的梯度，這層等壓面就是主要的高空引導層。

$$\text{由(7)式 } \frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial t} = \frac{R(T_0 - \gamma z)}{P_0} \frac{\partial P_0}{\partial t} + \frac{gz}{T_0} \frac{\partial T_0}{\partial t}$$

將(2)，(3)代入(7)簡化之

$$\begin{aligned} \frac{\partial P}{\partial t} &= - \left(\frac{P}{P_0} \alpha - \frac{g P z}{T_0} \beta \right) (T_0, P_0) \\ \frac{\partial P}{\partial t} &= - \frac{P}{P_0} \left(\alpha - \frac{\gamma \alpha + g \rho_0 \beta}{T_0} z \right) (T_0, P_0) \dots (10) \end{aligned}$$

$$\text{將 } z = \frac{\alpha T_0}{\gamma \alpha + g \rho_0 \beta} \text{ 代入即得 } \frac{\partial P}{\partial t} = 0$$

即在 $z = \frac{\alpha T_0}{\gamma \alpha + g \rho_0 \beta}$ 上，氣壓的平流變化等於零。

當 $z > \frac{\alpha T_0}{\gamma \alpha + g \rho_0 \beta}$ 時氣壓的平流變化與 $z < \frac{\alpha T_0}{\gamma \alpha + g \rho_0 \beta}$ 時氣

壓的平流變化正好相反

當 $z=0, P=P_0, \rho=\rho_0$, (10) 式變為

$$\frac{\partial P_0}{\partial t} = -\partial(T_0, P_0) = (\theta, P_0)$$

$$\text{應用下列關係式 } -\partial(T_0, P_0) = (\theta, P_0) = \frac{g}{1} \frac{T_H}{T} (H, P_0) =$$

$-\frac{\alpha}{\beta} \frac{g}{1} \frac{T_H}{T} \frac{T_0}{\tau} (H \tau)$, 將地面氣壓的平流變化用高空引導層

上的溫壓場的構造表示, 即

$$\left(\frac{\partial P_0}{\partial t}\right)_1 = K_1 (H \tau) = K_1 \tau_r H_n \sin \epsilon, \dots\dots\dots (11)$$

式中 τ 代表 500—1000 毫巴等壓面間的等厚度綫, τ_r 是等厚度綫的梯度, H 代表高空引導層上的等高綫, H_n 是等高綫的梯度, ϵ 是等高綫與等厚度綫間的交角, K_1 在短時間和有限距離內變化很小, 可當做常數。

同樣可得地面氣溫的平流變化是

$$\frac{\partial T_0}{\partial t} = -K_2 (H_1 \tau) = -K_2 \tau_r H_n \sin \epsilon, \dots\dots\dots (12)$$

與氣壓的平流變化伴隨而生的有溫度的平流變化, 兩者在一定的條件下互為因果。在對流層中近地面的氣壓平流變化和溫度平流變化的相位正相反, 也就是說: 有暖平流的地方就有氣壓降低, 有冷平流的地方, 就有氣壓升高; 在對流層的上部和中部, 氣壓的平流變化和氣溫的平流變化相位正相合, 也就是說: 有暖平流的地方, 等壓面會升高, 有冷平流的地方, 等壓面會降低, 所以對流層中只有平流變化存在時, 地方性的氣壓平流變化是相當複雜的, 例如在有冷平流時, 地面的氣壓的升高正是上層氣壓降低的地方, 有暖平流時, 地面的氣壓降低正是上層氣壓升高的地方。所以從地面向上我們可以找出在某層高度上有一個不生變化的等壓面存在, 在這層上面有暖(冷)平流時等壓面的升高(降低)正和地面的氣壓降低(升高)相抵消, 這一層等壓面的各點高度, 在時間的變化裏不起變化, 或者說的更實際些, 變化很少。這層等壓面的平均高度是隨時間而變化的, 它的平均值在 3.5 千米左右, 大約相當於 650 毫巴等壓面的位置, 地面氣壓系統的運行主要是受這一層所引導的, 我們叫它高空引導層。在日常的分析預告裏面, 我們選擇了 700

毫巴作高空引導層，主要的原因是爲了實用上的簡便。在東亞大陸上，根據我們初步的計算結果，高空引導層的高度約在500毫巴至300毫巴之間，夏季的比冬季高，正確的數值要等到高空紀錄增多的時候，才能決定。

地面氣壓系統的運行是受高空引導層所引導的，換句話說，地面系統是沿着高空引導層上等高綫的方向移動的。移動的速度約等於700毫巴圖上地轉風速的70—80%。地轉風速的大小與700毫巴圖上等高綫梯度的大小成正比，所以地面地方性的氣壓平流變化，決定於700毫巴圖上的等高綫的梯度：梯度大，氣壓平流變化值也大，梯度小，氣壓平流變化值也小。

前面已經提過，氣壓平流變化是與氣溫平流變化相伴而生的，這裏所說的氣溫平流變化，是指下半部對流層中的氣溫平流變化而言，通常用的是500—1000毫巴等壓面中間的平均虛溫平流變化，換句話說是用500—1000毫巴等壓面中間等厚度綫來代表的。等厚度綫或等虛溫綫的梯度是與高空等壓面上的風速有關的，所以地面氣壓平流的變化，也決定於500—1000毫巴等壓面中間的等平均虛溫綫的梯度。梯度大，氣壓平流變化也大，梯度小，氣壓平流變化也小。

前面也提到過，氣壓平流變化與氣溫平流變化的相位不同，所產生的變化也不同，相位角是用等高綫間的交角來表示。交角有正有負：從等高綫正的方向，向等溫綫正的方向逆時針旋轉所成的角是正角，順時針旋轉所成的角是負角。等高綫正的方向是沿氣流前進的方向，換句話說是順流而下的方向。等溫綫正的方向是沿等厚度綫高值在右，低值在左的方向，換句話說，是沿熱成風的方向。正的交角代表冷平流，負的交角代表暖平流。因此地面氣壓的平流變化不但決定於相位角的大小，而且決定於相位角的正負。交角是零，氣壓的平流變化也是零。交角等於 $\pm 90^\circ$ 時，氣壓的平流變化最大。交角正時有冷平流，地面是氣壓升高，交角負時有暖平流，地面是氣

壓降低。

總結一句：氣壓的平流變化是由對流層中溫壓場的結構來決定的。

(三) 氣壓的動力變化：

大氣層中各空氣質點往往不是遵循着地轉風的規律運行的，也就是說風向不一定與等高綫平行或風速不一定和等高綫的梯度大小成一定的比例，這樣就起了水平的質量的輻散和輻合和垂直的上升和下降的運動，換句話說空氣質點有了不恆定的加速運動，由於這種加速運動所引起的氣壓變化我們叫做氣壓的動力變化。

上面已經提到過，在實用上我們是將 700 毫巴圖當作高空引導層的，換句話說我們假定只有平流變化時 700 毫巴圖上各點的高度是沒有變化或變化很少，但是在我們每天繪製的 700 毫巴圖上，仍然有顯著的變化，這些變化主要的是動力變化。

地面圖上氣壓系統的運行所產生的氣壓平流變化是與地面高低氣壓系統的加深和減弱無關的，只有氣壓動力變化才是地面高低氣壓系統加深或減弱的唯一原因。

* 基培爾理論中的氣壓動力變化公式是

$$\left(\frac{\partial P_0}{\partial t}\right)_2 = K_3 \tau_f^2 (2 H_{ns} \cos 2 \varepsilon - H_{nn} \sin 2 \varepsilon + \frac{H_n}{r} \sin 2 \varepsilon)$$

式中 K_3 是常數， τ_f^2 ， ε ， H_n 的定義見前節。 H_{ns} 是沿氣流方向上等高綫梯度的變化， $H_{ns} > 0$ ，等高綫沿氣流方向上輻散。 $H_{ns} < 0$ ，等高綫沿氣流方向上輻合。 H_{nn} 是沿氣流的法線方向上等高綫梯度的變化， $H_{nn} > 0$ ，是等高綫向高值方向上密集或向低值方向上疏散， $H_{nn} < 0$ ，是等高綫向低值方向上密集，或向高值方向上疏散。 r 是等高綫的曲度半徑， $\frac{1}{r}$ 是曲度， $\frac{1}{r} > 0$ ，是氣旋性彎曲； $\frac{1}{r} < 0$ ，是反氣旋性彎曲。

上式中括號內有三項：第一項是動力變化與等高綫輻散或輻合的關係。第二項是動力變化與等高綫密集或疏散的關係。第三項是動力變化與等高綫有氣旋性彎曲或反氣旋性彎曲的關係。從上式可得出十二條法則，這些法則在日常分析預報中用途是很大的。

氣壓動力變化值與對流層中平均等虛溫的梯度的平方 (τ_r^2) 成正比，換句話說是與對流層中是垂直方向上風的切變平方成正比，溫度的梯度大，動力變化也大，溫度梯度小，動力的變化也小，這是決定鋒生和鋒消的重要條件，也是決定高低值系統的發生和發展，減弱和消滅的重要條件。

氣壓動力變化值的大小，同時也決定於對流層中的溫壓場的結構，說得更實際一點，是決定於高空引導層上的等高綫與1000—500毫巴的等厚綫的分佈和交互的作用。動力變化值有

正有負，正的叫做動力上升， $(\frac{\partial P_0}{\partial t})_z > 0$ ，負的叫做動力下

降， $(\frac{\partial P_0}{\partial t})_z < 0$ ，根據基培爾的理論，從溫壓場的結構決定

氣壓動力變化的升降的規則如下：

I. 等高綫輻散與輻合的規則 (Hns Ccs2ε)：

氣壓動力上升 (或下降) 是發生在：

- (1) 等高綫是輻合的，交角為 $\varepsilon < [45^\circ]$ (或 $> [45^\circ]$)，
圖 Ia，(圖 Ib)。

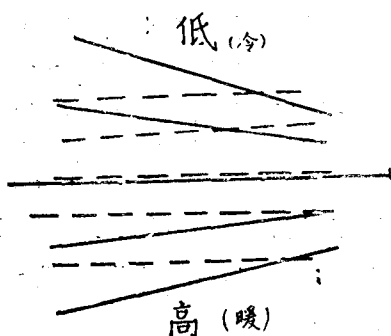


圖 Ia

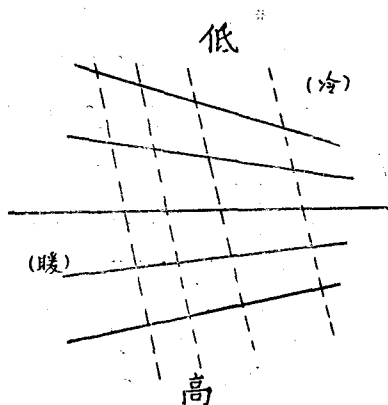
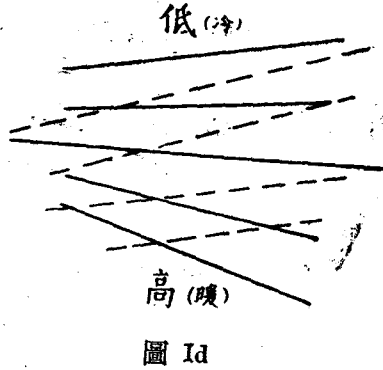
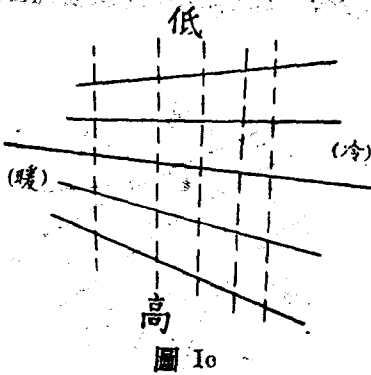


圖 Ib

註：虛綫表示等溫綫，實綫表示等高綫。

(2) 等高線是輻散的，交角為 $\varepsilon > |45^\circ|$ (或 $< |45^\circ|$)。

圖 Ie, (圖 Id)。

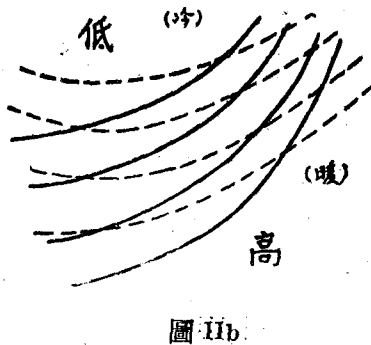


假使 $\varepsilon = \pm 45^\circ$ 氣壓的動力變化由於等高線的輻合和輻散而等於零。

II. 等高線的曲度的規則, ($\frac{H_n}{r} \sin 2\varepsilon$):

氣壓的動力上升 (或下降) 是發生在:

(I) 等高綫有氣旋的彎曲而有冷平流 (或暖平流) 的地點。圖 IIa, (圖 IIb)。



(2) 等高綫有反氣旋的彎曲，而有暖平流（或冷平流）的地點。圖 IIc，(圖 II d)。

假使等高綫與等溫綫重合，那麼氣壓的動力變化因等高綫的彎曲而等於零。

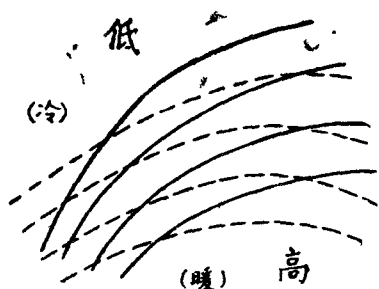


圖 IIc

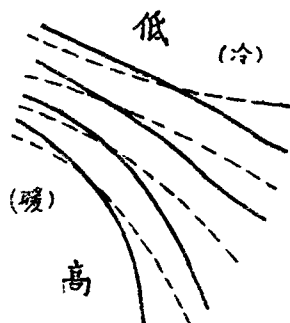


圖 II d

III. 等高綫在法綫方向的密度規則， $(-H_{nn} \sin 2\varepsilon)$ ：

氣壓的動力上升（或下降）是發生在

(1) 在等高綫的密度沿法綫方向向低值的一邊增加而有平流（或暖平流）的地方。圖 IIIa，(圖 IIIb)。

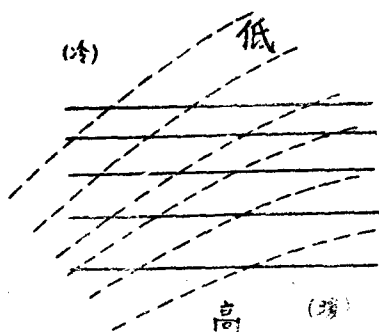


圖 IIIa

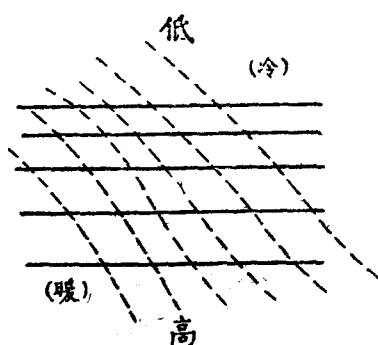


圖 IIIb

- (2) 在等高線的密度沿法綫方向向低值的一邊減少而有暖平流（或冷平流）的地方。圖IIIc，（圖III d）。
假如溫度平流爲零，那麼用等高綫密度計算的氣壓動力變化也爲零。

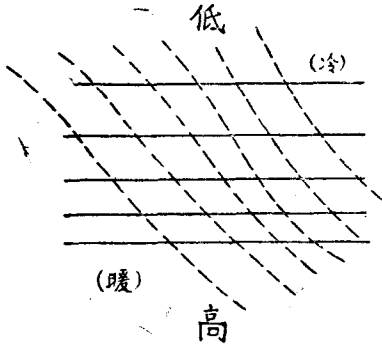


圖 IIIc

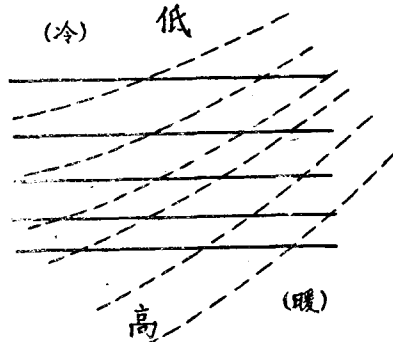


圖 III d

在西風帶裏氣壓的動力變化的上升和下降，主要的是決定於等高線的輻合與輻散，這一個規則已說明了與溫度的平流性質無關，祇是決定於等溫綫與等厚綫所成的角大於或小於 45° 。曲度與密度的規則，則與溫度平流有密切的關係。雖然我們說等高線的輻散與輻合是決定動力變化的主要因子，在日常的分析裏面，特別是在東亞大陸上我們不能隨意忽略其他的因子，因為實際高空等壓面圖上的形式是相當複雜的，動力加強或減弱，往往是決定於上述三種因子的代數和，例如在等高綫與厚度綫的交角等於 45° 時，因等高線的輻散或輻合而使動力升降等於零，但是因曲率和密度的因子而產生的動力變化的升降值，仍然是存在的，（因為 $\sin 90^\circ = 1$ ， $\cos 90^\circ = 0$ ）。相反的，在等溫綫與等高綫的交角等於 0° 時，這時是溫度的平流等於零，因等高線的曲度和密度而產生的動力變化也等於零，但是這地區內的動力升降可能因等高線的輻散或輻合而得極大值，（因為 $\sin 0^\circ = 0$ ， $\cos 0^\circ = 1$ ）。

此外在運用這些規則時還要特別注意的，是等厚度線的梯度。氣壓的動力變化是與虛溫的梯度的平方成正比的，虛溫梯度的增大和減小不獨是鋒生和鋒消的重要因素，而且是氣旋反氣旋的生成和減弱的條件。蘇聯的先進經驗告訴我們在正常情況下，1000仟米的距離內，如果虛溫的梯度是 $8^{\circ}-10^{\circ}\text{C}$ ，這裏就有氣旋和反氣旋發生；在特殊情況下，由於溫壓場的構造在某一地區內已有顯著的動力上升和下降的出現，即使這裏的虛溫梯度不到 $8^{\circ}-10^{\circ}\text{C}/1000$ 仟米，也可以有氣旋和反氣旋發生。

（四）氣壓動力平流變化值的計算：

變壓圖的高低數值，是包括平流變化值和動力變化值的代數和，在理論上，我們可以由高空引導層等壓面圖和1000-500毫巴等厚度圖分別的計算出動力變化值和平流變化值，但在實際工作中，我們可以採用比較簡單的方法。前面已經說明，假如我們用700毫巴圖代替高空引導層時，700毫巴圖上的高度變化，就是氣壓的動力變化。我們每天都有兩次高空圖 0300z 的圖和1500 z 的圖，所以我們至少可以作出 12 小時 700毫巴的變高圖，再用 1.25 乘之使得出 12 小時的變壓圖，不過小於24小時的變高或變壓圖裏面是包括有日變化在內，爲簡便起見下面所討論的，都是24小時的變高變壓圖。

將 700毫巴24小時變高圖的數值乘以 1.25，得出24小時的變壓圖，這圖上的數值就是24小時內氣壓的動力變化值。地面24小時的變壓圖上的數值是24小時內氣壓平流，動力變化的總和。從地面24小時變壓圖減去700毫巴的24小時的變壓圖（即乘了1.25後的變高圖）得出來的是24小時的平流變壓圖。

現在可用的 700毫巴圖，每天只有兩次，世界時 03—張和 15—張，如果地面圖只是4次，世界時 00，06，12，18四張地面圖的時間比700毫巴時間相差不是早三小時，便是遲三小時，高空等壓面圖三小時的變化是不大的，所以我們還可以採用上面的計算法，爲了更正確起見，我們可用補助地面分析圖，來同高