

圖勢形壓氣

B. A. 布加也夫著

財政經濟出版社



中國形勢圖

一九四九年十月

中國形勢圖

氣壓形勢圖

B. A. 布加也夫著
鄒進上譯
陶詩言校訂

· 財政經濟出版社
一九五五年·北京

內 容 提 要

本書講述了高空等壓面圖的原理，高空等壓面圖的分析方法，以及氣壓場在三度空間構造的一些特徵。在本書中對於中層對流層內冬夏兩季氣流運行的一些特點亦作了敘述。

本書為氣象技術學校的學生及廣大天氣工作者們寫出的，亦是高空分析的一部有價值的參考書。

編號：0649

氣 壓 形 勢 圖

定價(8)三角八分

譯 者：鄒 進 上

校訂者：陶 詩 書

原書名 Карты барической топографии

原作者 В. А. Бугаев

原出版處 Гидрометеиздат

原出版年份 1950年

出版者：財 政 經 濟 出 版 社

北京西總布胡同七號

印刷者：東 南 印 書 館

上海新開路五六六弄二四號

總經售：新 華 書 店

55.12, 京型, 44頁, 圖1頁, 50千字; 787×1092, 1/32開, 2—3/4印張

1955年12月第一版上海第一次印刷

印數(滬)1—2,000

(北京市書刊出版業營業許可證出〇六〇號)

出版者引言

水文氣象出版局繼續出版一套“預報員叢書”的小冊子，本書便是其中的一冊，這一套小冊子主要是爲了天氣實際工作者而寫出的。

近年來天氣學在蘇聯是大大地發展了，蘇維埃的氣象學者們所創造出來的天氣分析方法和預報方法已遠遠地超過了外國學者們的成就，這些方法迅速地在日趨完善。“預報員叢書”的主要任務是以通俗的形式使得廣大的天氣實際工作者們能熟悉這些方法。“預報員叢書”又可以幫助蘇維埃天氣服務的工作者們提高技術並根據蘇聯社會主義國民經濟的需要以改善自己的日常工作的質量。

“預報員叢書”對於每個氣象學家和那些希望知道天氣預報與分析方面的最新成就與近況的讀者們是有益的，同時這部小叢書的另一個目的是使得蘇維埃學者們的著作通俗化，而這一些著作，無論對於闡明複雜的天氣過程來講或者是對於天氣預報來講都是具有直接意義的。

本書包含了氣壓形勢圖的繪製技術與正確分析原始資料的敘述。

作者儘可能使讀者們知道氣壓形勢圖是怎樣一個東西

——這是一個新的天氣學方法。作者認為如果要掌握平流動力分析方法，那就對於空間的氣壓場及其與溫度場的相互關係有一個明確的概念。

因為關於氣壓形勢圖在預報上的使用，在已經出版的“預報員叢書”的 Ж. Д. 叔碧恩所著“氣旋與反氣旋的發生與發展”(1949年)及 А. А. 巴邱林娜和 З. Л. 杜爾克吉所著“大氣的鋒”(1950年)兩本小冊子中已有過說明。在本書中我們只講一講氣壓形勢圖的基本概念，講述氣壓形勢圖的繪製及其分析的技術。但是，因為在分析氣壓形勢圖時我們不能認為祇是形式主義地繪製幾根等值線而已，我們還須要知道氣壓場的結構和特性，所以對於這個問題就須要予以更多的注意，特別是在引用高空氣壓場的許多分析例子的時候或有時提到動力氣象學中有關氣壓場與風的關係的基本知識的時候。

請將對本叢書的批評與建議寄往下列地址：

列寧格勒 В. О., 二路 23 號水文氣象出版社。

Ленинград, В. О., 2-Я линия, д.23 Гидрометеорологическое

издательство.

目 錄

出版者引言	(3)
第一章 等壓面的絕對位勢與相對位勢	(7)
等壓面	(7)
總的氣壓梯度, 水平的及垂直的氣壓梯度	(8)
地轉風	(10)
等壓面形勢	(12)
動力高度	(13)
等壓面的位勢	(16)
絕對位勢是由什麼決定的	(17)
相對位勢是由什麼決定的	(20)
等壓面位勢的計算	(24)
根據地面的觀測資料來計算位勢的方法	(27)
第二章 等壓面的絕對形勢圖及其分析法	(28)
圖的繪製	(28)
資料的預先檢查	(31)
絕對形勢圖上的等高線與風	(32)
梯度風計算尺	(35)
絕對形勢圖的分析	(38)

等高線與地形	(42)
分析規定。補充說明	(45)
第三章 等壓面的相對形勢圖及其分析	(48)
圖的繪製	(48)
熱成風	(51)
利用莫爾恰諾夫 (Молчанов) 圓盤決定熱成風	(55)
相對形勢圖的分析	(56)
在氣壓形勢圖上決定溫度的平流變化區	(63)
平流零線	(66)
圖解的加減法	(67)
第四章 高空氣壓場	(73)
在氣旋與反氣旋中的等壓面	(73)
大氣高層面上氣壓的分佈	(82)
參考文獻	(87)

第一章 等壓面的絕對位勢與相對位勢

等壓面 在大氣中我們可以設想有這樣一個面，在這個面上，氣壓保持同一個數值，我們把這樣一個面稱為等壓面。

在大氣中可以觀測到的氣壓值是包括在從海平面上的1070 毫巴到大氣上限的氣壓為零的這一個間隔之內。在這個間隔內的任何一個氣壓值都可以選作等壓面。因之大氣中便有無窮多的等壓面。但是對於天氣分析而言，我們只須選擇幾個等壓面，這幾個等壓面便稱之為主要等壓面。選擇主要等壓面時應使主要等壓面近似均勻地能把大氣分為數層。我們把第一表中所列舉的面作為主要等壓面。在第一表中還列出了各層等壓面的平均拔海高度。

第一表 主要等壓面及其平均拔海高度

對應於主要等壓面的氣壓，以毫巴為單位	平均拔海高度以仟米為單位	對應於主要等壓面的氣壓，以毫巴為單位	平均拔海高度以仟米為單位
1000	0	500	5.5
900	1.0	400	7.0
850	1.5	300	9.0
800	2.0	200	12.0
700	3.0	100	16.0
600	4.0		

大氣中等壓面的分佈，一般來說，是平行於海平面的，或者，如果我們所討論的大氣是在面積不很大的地面上的話，那麼大氣中的等壓面便近似地平行於水平面。然而當我們較仔細地來研究等壓面的配置時，便可以發現在某一些地方上空的等壓面是稍微向地面凹陷且成爲非常寬廣的但不太深的盆地形式；而在別些地方的上空，等壓面却向上頂拱，成爲寬廣的但不太高的山丘形式。

在氣旋區域上空等壓面向下凹陷，而在反氣旋區域上空等壓面向上抬高；這樣一來，等壓面對水平面而言一般多少有些傾斜。只有在大氣平衡的個別情況下，即在轉動地球上大氣處於靜止狀態時（通常只是大氣中的某一部分），等壓面便平行於水平面，或者更確切些說，等壓面平行於海平面。等壓面對水平面所成的傾角是很小的，在一般條件下等於 0.5 分（角度）。然而，風向與風速是由等壓面的傾斜所決定的，也就是說，大氣的運動及其動力學是由等壓面的傾斜決定的。因而對於天氣學來說，我們研究等壓面在空間的配置，是有重要意義的。因此在下面我們將要研究明確表示大氣中等壓面的配置的方法。

總的氣壓梯度，水平的及垂直的氣壓梯度 如果我們考慮大氣處於平衡狀態，亦即等壓面平行於水平面時，那麼在這種情況下，在水平方向氣壓將不發生差異，也就是說，如果沿着任何水平方向移動時，我們將仍在同一等壓面上（圖 1 a）。但是氣壓是隨着高度而趨於減低的。每單位垂直距離之內氣壓減低的快慢，須視向上升高的路徑與等壓面之間的交角如

何而定。在圖 1 a 上，假定移行(向上升高)的方向是從 A 點到 B 點和 C 點。在 A 點處的氣壓是 1000 毫巴，B 點和 C 點處的氣壓是 700 毫巴。無論是從 A 點移到 B 點或者是從 A 點移到 C 點，氣壓都減低了 300 毫巴。但在第一種情況下所走的距離要比在第二種情況下所走的距離大一些。因而在第一種情況下，即當移行的方向垂直於等壓面時，氣壓在單位距離內減低之值亦最大。另一方面，如果像在圖 1 上所畫的那樣等壓面不是平面而是一個曲面，我們便畫一個平面與等壓面相切，在切點上再畫一根垂線，我們便稱這根垂線為等壓面的法線。在特殊情況下，即當等壓面是平面時，法線與平面的垂線相一致。

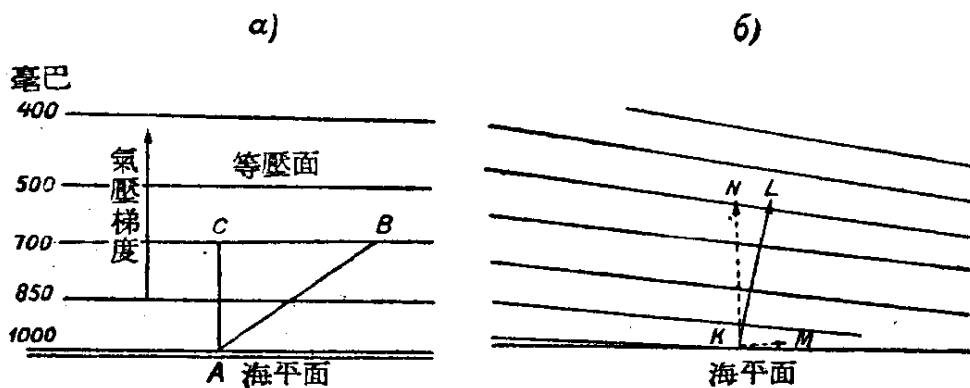


圖 1. 等壓面的垂直剖面

氣壓變化的程度，由每單位距離內的氣壓改變值來決定，這一個距離是取自等壓面的法線方向，也就是說，在氣壓變化最大的方向。氣壓在法線方向每單位距離變化的大小稱之為氣壓梯度。以箭頭的形式來表示氣壓梯度是很合適的，箭頭的方向表示氣壓梯度的方向，而箭頭的長度與氣壓梯度的大小成比例。

就圖 1 a 上所表示的例子而言，氣壓梯度是垂直向上的。

在空間兩點之間，所存在着的氣壓差，可用氣壓梯度來表示，這個氣壓差生成了驅使空氣運動的力量。這種單位質量的力，便是氣壓梯度力。然而，在圖 1 a 的情況中，空氣並沒有運動發生，這是因為氣壓梯度力與重力或大氣柱的重量是相互處於平衡狀態中。

如果等壓面與水平面有交角的話，那麼在這種情況下，我們就會得到另外一種結果。在圖 1 b 中等壓面的斜度較實際可能存在的斜度是稍大了一些的，我們爲了表示顯著起見，在以後所有的圖中，我們採用這種過份誇大的圖例。在圖 1 b 中，等壓面法線方向上的氣壓梯度 KL 也是傾斜的，根據力的平行四邊形規則，可以把傾斜的梯度分成兩個分量；即垂直分量 KN 和水平分量 KM 。

KL 稱爲總的氣壓梯度， KN 稱爲垂直氣壓梯度，而 KM 稱爲水平氣壓梯度。

因爲，實際上等壓面的傾斜是很小的，那麼，總的氣壓梯度與垂線間的夾角同樣也是很小的，因此垂直氣壓梯度要比水平氣壓梯度大許多倍，在一般的情形下，垂直氣壓梯度比水平氣壓梯度要大 10000—20000 倍。然而對於大氣動力學來講，水平氣壓梯度却是重要的，因爲垂直氣壓梯度的作用（例如圖 1 a 的情況），是與重力的作用相平衡的。

地轉風 水平氣壓梯度力使空氣發生運動，其所產生的風速與水平氣壓梯度的大小成正比，並且可以用下列公式來計算。

$$v = \frac{4.84}{\sin \varphi} \cdot \frac{\Delta p}{\Delta n} \quad (1)$$

此處 v 爲風速以米/秒爲單位； φ 爲該地緯度； Δp 爲在距離 Δn 內的氣壓差，氣壓以毫巴爲單位；距離 Δn 是以經線上度數來表示的，在經線上每一度的弧長等於 111.1 仟米，顯然， $\frac{\Delta p}{\Delta n}$ 是表示水平距離在經線上每相差一度之間的氣壓差，也就是說，水平氣壓梯度值，因爲在公式(1)中是取經線上一度的弧長作爲距離的單位。

這個公式對於地轉風來講是正確的，也就是說，此式對於在無摩擦力存在下、直線的、水平的和等速的空氣運動來講是正確的。經驗證明，在平原的地方，從高於地面 1 仟米左右的高度開始，就可以認爲摩擦力等於零。因而，只有在摩擦層以上（高於 1 仟米），也就是說，在所謂自由大氣中，才可能出現地轉風。

通常，在自由大氣中的風，嚴格地說，是與地轉風不同的，因爲運動的軌跡常常不是直線的，而或多或少是彎曲的，而且運動又多半是加速運動或者是減速運動。但是大氣的運動與地轉風之間的偏差，在大多數情況下是不大的，而且如果這些偏差開始可以察覺的話，一般亦都是在氣壓場處於迅速改變的過程中出現的。因此，可以認爲地轉風是非常接近於實際的風。用地轉風代表實際的風，對於我們非常便利，我們在本書以後各節中將要利用地轉風。

其次，在動力氣象學中證明，地轉風的方向是垂直於氣壓梯度，並且在北半球，地轉風的方向偏向於氣壓梯度的右方。這種運動情況可以圖 2 a 表明之，這裏 G 表示氣壓梯度力。 A 表示地球自轉偏向力，或者是科萊奧賴斯力（Сила Корио-

лиса)。由於空氣是在轉動的地球上運動的，所以發生了科萊奧賴斯力，此力與氣壓梯度力相平衡。在這時空氣質點在 V 方向等速地運動着。如果運動並不均勻，那麼，科萊奧賴斯力便不與氣壓梯度力平衡，此時風速 V 與 G 之間的交角不等於直角，也就是說，如果空氣是加速運動，氣壓梯度力就會超過科萊奧賴斯力，而空氣質點運動的方向與氣壓梯度的方向將成一銳角(圖 26)，如果空氣是減速運動，在每一瞬間，科萊奧賴斯力便大於氣壓梯度力，作用於質點上的兩個力就不平衡了，並且質點便開始向運動的原始方向向右偏轉。新的方向遂與氣壓梯度方向組成一個鈍角(圖 2B)。A 力的方向同時隨着風向的改變而改變，因為 A 力總是與風向成直角。

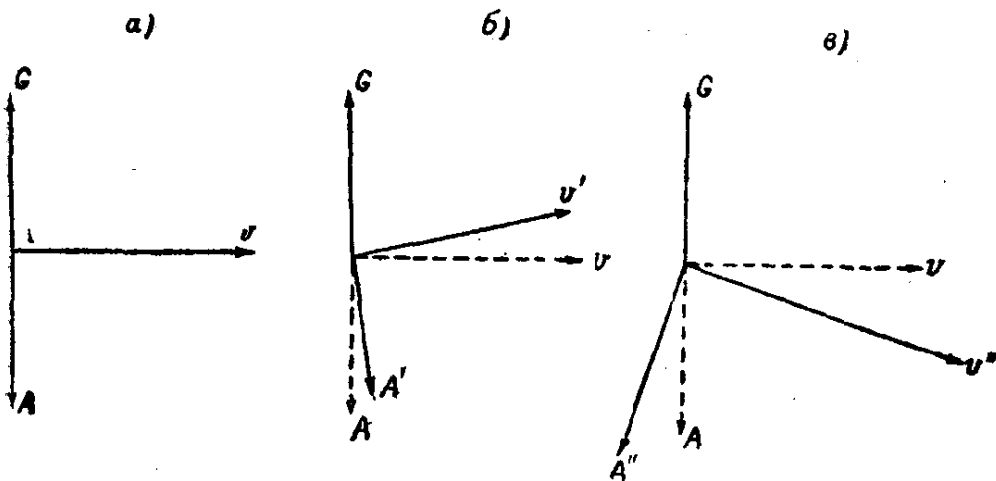


圖 2. 氣壓梯度力 G 與科萊奧賴斯力 A 的分佈
(a) 在等速運動時 (б) 在加速運動時 (B) 在減速運動時

● **等壓面形勢** 我們曾經說過，風速是與水平氣壓梯度的大小成比例。根據氣壓梯度的方向，便可以按照一定的方式決定風的方向，而梯度的方向却又是由等壓面傾斜的方向與大

小所決定的。從而，如果我們知道了關於等壓面在空間的配置及其在各地傾斜的性質與傾斜度的大小，那麼，我們就能斷定各個大氣層中空氣移動的方向與速度。換句話說，我們必須具有關於等壓面形勢的概念。正如在地圖上用水平線或等高線表示地表面的形狀一樣，同樣我們亦可以用等高線來表示任何等壓面的形勢。

應用這樣的方法，便可以繪製等壓面形勢圖，亦即通常所稱的，氣壓形勢圖。在氣壓形勢圖上面，等壓面上呈圓丘形的高處，等高線數值較大，而在等壓面上與大氣中氣旋區相關聯的低窪處，則等高線數值較小。低壓槽、高壓脊與鞍形低壓同樣也可以用等高線表示而成爲氣壓形勢的中間形式。當等壓面傾斜很大時，氣壓形勢圖上的等高線的分佈是密集的，而當等壓面傾斜小時等高線就稀疏。

爲了繪製任何一個等壓面的形勢圖，必須知道在這一個面上的各點的高度，然後在一張底圖上每一點的近旁，填上這個等壓面的高度，根據這些資料便畫出了等高線。如果高度已知的點愈多，等高線就愈容易畫。

用什麼方法來決定等壓面的高度呢？

高空觀測，亦即飛機探測和雷達探空就是爲了達到這個目的而進行的。

動力高度 理論氣象知識表明：在繪製氣壓形勢圖時，利用動力高度來代替通用的米或仟米所表示的高度是較爲有利的。在區別它們的時候，我們在以後把一般的高度稱爲幾何高度並分別以幾何米、幾何仟米等等來表示。決定動力高度的方

法與決定幾何高度的方法不同。空間某點的動力高度是以從某起始面開始將單位質量抬高到空間該點所必需消耗的功來表示的。

動力高度並不是唯一的表示長度的方法，例如我們到某一個地方去，其間的距離我們可以並不用長度來表示，而是用這個地方去所需的時間來表示，譬如我們說，他步行到某地須要 30 分鐘或者乘車須要 5 分鐘，在這種情況下，我們是拿時間來代替長度，這一個時間是走完等於這樣一個長度的距離所必需的。

從物理學中，大家知道，功是作用力和路徑的乘積。力又等於物體的質量乘上由於該物體在此力的作用下所獲得的加速度。重力是作用於大氣的外力，重力加速度通常以 g 來表示，按照上面所述，作用於單位質量（例如作用於 1 噸的空氣，如果使用米—噸—秒制）的重力是：

$$p = g \cdot 1 = g$$

而把單位質量抬升至 z 高度所需要的功為：

$$H = g \cdot z \quad (2)$$

我們稱此功為重力位勢，或位勢，位勢就是動力高度。

如果要用數值來表示動力高度，必須使用位勢的某一單位。

從 1950 年 1 月 1 日起，在我們的高空氣象和天氣服務的實際工作中，引用了被稱為位勢米的位勢單位。

1 位勢米是當重力加速度 $g = 9.8$ 米/秒² 時，使一噸質量抬升一米的高度所必需消耗的功。

因此，如果 $g=9.8$ 米/秒²，那麼，位勢米，就其長度來講，便相當於幾何米。而以位勢米所表示的動力高度的數值就等於以幾何米表示的高度的數值。

但是在緯度 45° 度左右的海平面上重力加速度等於 9.8 米/秒²，在極地 g 增大到 9.83 米/秒²，而到赤道則減少至 9.78 米/秒²，此外， g 是隨高度而漸減的（每 10 仟米大約減少 0.03 米/秒²），顯然在這種情況下，即當 $g < 9.8$ 米/秒² 時，爲了完成等於一個位勢米的功，則所抬升的高度就必須大於一個幾何米。相反地如果 $g > 9.8$ 米/秒²，爲了完成一個位勢米的功，則所抬升的高度就必須小於一個幾何米，這樣一來，如果空間一點，例如位於 1000 幾何米的高度上，及高於 45° 的緯度上，那麼這一點的動力高度將大於 1000 位勢米，相反地，當緯度低於 45° 時，其動力高度將小於 1000 位勢米，事實上這些差別是不大的，而且也容易計算出來。假使近於緯度 45° 的地方，其重力加速度爲 $g_{45}=9.8$ 米/秒²，而在緯度 φ 的地方，這裏重力加速度等於 g_φ ，如果也具有同一動力高度 H ，則在第一種情況下 $H=g_{45} z_{45}$ ，而第二種情況下 $H=g_\varphi z_\varphi$ 這裏 z_{45} 是指相當於動力高度 H 在緯度 45° 左右的幾何高度，而 z_φ 是動力高度相當於 H 的緯度 φ 上的幾何高度，在這裏，正如以前所說過的那樣， z_{45} 在數值上應等於 H 。因此可寫成：

$$g_{45} \cdot z_{45} = g_\varphi \cdot z_\varphi$$

或
$$9.8H = g_\varphi \cdot z_\varphi$$

我們求得從幾何米轉換成位勢米的公式：

$$H = \frac{g_\varphi}{9.8} z_\varphi \quad (3)$$