

高等学校教学用书



天 气 学

下 册

阿·謝·茲維列夫著

人民教育出版社

下冊目錄

第六章 鋒

§ 25. 鋒的一般性質	253
1. 大气中的鋒和逆溫層(253) 2. 大气鋒的分類(255) 3. 鋒面傾斜角的公式(258) 4. 鋒附近的气压場和变压場(262) 5. 鋒的移动(266) 6. 鋒附近的垂直运动(269)	
§ 26. 大气鋒的生成和消散(鋒生和鋒消)	272
1. 鋒生和鋒消的一般条件(272) 2. 鋒生和鋒消的运动学的条件(274) 3. 鋒生和鋒消的动力条件(278) 4. 鋒生和鋒消的热力条件(280)	
§ 27. 暖鋒	283
1. 地面天气图上的暖鋒(283) 2. 暖鋒的高空分析(287) 3. 暖鋒通过測站的征兆(298) 4. 关于暖鋒的补充說明(295)	
§ 28. 冷鋒	299
1. 地面天气图上的冷鋒(299) 2. 冷鋒的高空分析(306) 3. 冷鋒经过測站时的征兆(308) 4. 冷鋒的补充說明·付鋒(311)	
§ 29. 綫因鋒(接合的鋒)	313
1. 綫因鋒的两种类型·地面天气图上的綫因鋒(313) 2. 綫因鋒的高空分析(318) 3. 綫因鋒经过測站时的征兆(322) 4. 綫因鋒的补充說明·后曲綫因鋒(323)	
§ 30. 地形对气团和鋒的影响	324
1. 地形对气团的影响·焚风·布拉风(324) 2. 地形对鋒的影响·地形綫因(328)	
§ 31. 天气图上鋒的分析	331

第七章 气旋和反气旋

§ 32. 温带气旋和反气旋概述	333
1. 气旋和反气旋的类型(333) 2. 气旋和反气旋发展的各个阶段(334) 3. 气旋和反气旋的范围及其中心的气压(335) 4. 气旋和反气旋内的垂直运动(337) 5. 气旋和反气旋的移动(339)	
§ 33. 气旋和反气旋发生和发展的理論	341
1. 对流理論和热力理論(342) 2. 渦度理論(344) 3. 波动理論(346) 4. 輻散理論和平流动力理論(353) 5. 关于气旋和反气旋发展問題的目前情	

况(356)	
§ 34. 温带气旋产生的条件·新生气旋中的天气	359
1. 地方性非锋面气旋的形成(359) 2. 锋面气旋的形成·气旋族(360) 3. 新生气旋的天气(366)	
§ 35. 温带锋面气旋的发展	366
1. 青年气旋的结构(366) 2. 锢囚气旋的结构(367) 3. 气旋的再生(371)	
4. 气旋的天气条件(374)	
§ 36. 热带气旋	377
1. 一般概述(377) 2. 结构的特点(382) 3. 热带气旋的理论(384)	
§ 37. 反气旋的发展	385
1. 反气旋发生的条件(385) 2. 反气旋的继续发展(387) 3. 反气旋的再生(388) 4. 反气旋的天气条件(390)	
§ 38. 地形对气旋和反气旋的影响	393
1. 地形对气旋和反气旋产生的影响(393) 2. 山对气旋和反气旋的移动及演变的影响(396)	
§ 39. 在苏联欧洲部分和高加索上空天气过程的特点	398
1. 天气过程的一般特征(398) 2. 某些天气过程的补充说明(400)	
§ 40. 苏联亚洲部分天气过程的特点	406
1. 天气过程的一般特征(406) 2. 中亚细亚上空几个典型的天气过程(407)	
3. 西伯利亚东部和远东上空几个典型的天气过程(413)	

第八章 天气形势的预报

§ 41. 天气形势预报的任务和实质	414
§ 42. 以形式外推法为基础的计算方法	415
1. 形式外推法、直线外推和曲线外推(415) 2. 等变压线分析法(417) 3. 将气压变化分解为各种波(420) 4. 用外推微分公式计算(421) 5. 由外推微分公式得出的部分预报规则(426)	
§ 43. 根据物理外推的计算方法(引导气流规则)	427
1. 定义·由引导气流规则得出的一些预报规则(427) 2. 根据引导气流规则作预报所产生的误差·引导气流规则的几种不同方法(430)	
§ 44. 用流体动力学方法预报气象要素和天气形势的概念	432
§ 45. 气旋发生和发展的预报	450
1. 气旋发生的预报(450) 2. 气旋发展的预报(452)	
§ 46. 反气旋发生和发展的预报	458
§ 47. 气压系统·气团和锋移动的预报	460
1. 气压系统移动的预报(460) 2. 气团和锋移动的预报(461)	

§ 48. 苏联运用的繪制預报图的方法	463
1. 繪制 AT_{700} 預报图(463) 2. 繪制其他高度的預报图(468) 3. 繪制地面 預报图(469)	
§ 49. 在其他一些国家所采用的預报图繪制方法	472
1. 各个預报学派的一般特点(472) 2. 美国48小时預报图的繪制方法(476)	

第九章 天气条件預报

§ 50. 天气条件預报的一般方法·天气預报的内容和評定	487
§ 51. 风的預报	492
1. 近地面层风的預报(492) 2. 高空风的預报(496)	
§ 52. 与风有关的一些特殊天气現象(飆、雪暴、尘暴、飞机顛簸) 的預报	501
1. 飆的預报(501) 2. 雪暴的預报(503) 3. 尘暴(沙暴)的預报(505) 4. 飞 机顛簸的預报(506)	
§ 53. 温度預报·霜冻預报	509
1. 近地面层空气温度的預报(509) 2. 霜冻預报(518) 3. 各高度上空气温 度的預报(526)	
§ 54. 云的預报	526
1. 云量和云状的預报(526) 2. 云底高度的預报(530) 3. 云顶高度的預 报(536)	
§ 55. 降水的預报	539
1. 降水預报概述(539) 2. 連續性降水的預报(542) 3. 毛毛雨的降水預 报(545) 4. 陣性降水的預报(546) 5. 降水的計算問題(548)	
§ 56. 与凝結系統有关的特殊天气現象(雷暴、雾、雨淞、飞机积冰)的 預报	550
1. 雷暴預报(550) 2. 能見度和雾的預报(552) 3. 雨淞的預报(566) 4. 飞 机积冰的預报(567)	

了。

介于对流层和平流层之间的界面，即对流层頂，具有等温或逆温的性质，有时温度梯度 γ 值显得很很小。

图 95, a 所示为在青年气旋和反气旋剖面上鋒面、逆温层和对流层頂的位置。在衰老的冷性气旋和衰老的暖性反气旋中，鋒面是消弱的。在这种情况下，在冷性气旋上空，对流层頂呈漏斗形下降，而且温度相当高；在暖性反气旋上空，对流层頂則上拱，而且温度相当低（图 95, 6）。

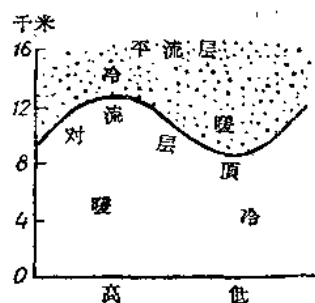


图 95, 6. 在衰老冷性气旋和衰老暖性反气旋上空对流层頂的位置。

2. 大气鋒的分类

由于气团之間可能是逐渐过渡的，所以天气图上的鋒綫不会圍繞整个半球，而是分成好几支鋒系。这些分支一般与高空鋒区的位置相适应。当地面出現反气旋条件而且风是辐散的，則相应地在該地区高空鋒区下面鋒綫是模糊不清的。

鋒可以根据各种特征来分类的。按鋒的伸展范围及其对大气中环流过程的作用可把它划分为：

- 1) 主鋒；
- 2) 付鋒；
- 3) 不稳定綫或飑綫。

主鋒的伸展范围很大。气旋或气旋族可在主鋒上发展起来。主鋒通常把来自不同地理区域的、属性根本不同的气团分割开来。主鋒的某一部分在連續几天的天气图上都可以看得到。

付鋒的伸展范围較小（一般只在一个气旋的范围内），它分割

同一类型气团的各部分。在大气垂直剖面图上，付鋒沒有主鋒那样明显。付鋒往往在一昼夜之内消灭掉。

不稳定綫和付鋒比較起来，其稳定程度及伸展范围还要小。不稳定綫主要是由于在白天有規則的对流发展所产生的，其存在的时间約为几小时。

有时可以利用雷达设备发现主鋒附近的不稳定綫。但目前关于不稳定綫还研究得不多。因此我們不一定要无条件的把不稳定綫看作为鋒。

根据鋒綫移动的特点可把鋒划分为：

- 1) 暖鋒，这种鋒向冷气团方面移动；
- 2) 冷鋒，这种鋒向暖气团方面移动；
- 3) 不甚移动的鋒，或静止鋒。

在同一主鋒上，有些鋒段可能是不甚移动的鋒，而另一些鋒段則可能为暖鋒或冷鋒。付鋒多半是冷鋒。

当冷暖鋒段相接合时，便形成接合鋒或鋼因鋒。鋼因鋒往往属于特殊形式的付鋒，并有高空鋒存在。

按鋒面伸展的最大高度可以把鋒划分为：

- 1) 对流层鋒，这种鋒常常伸展到对流层頂；
- 2) 地面鋒，这种鋒的垂直伸展范围很小，約1—2千米。

对流层鋒一般是主鋒，地面鋒一般都是付鋒。

最近有人提出关于平流层中有鋒存在的不完整的說法。但是对于平流层鋒的研究还很不够。

还可以把鋒划分为上滑鋒（暖空气沿鋒面上滑）和下滑鋒（暖空气沿鋒面下滑）两种。

我們不能单凭地面天气图上温度場中地方性的差异（如在海岸附近，在北极冰区的边緣附近，在积雪或云层的边界附近）来定鋒。

某一類型的鋒可能會加強(也就是說,在地面天氣圖上可以十分明顯地看到§ 5, 2中所列舉的種種特征),也可能趨于消弱。使得鋒生成和加強的過程,稱為鋒生;使鋒消失的過程,稱為鋒消。

鋒的個別特征的加強,有時並不能說明鋒很活躍。鋒的活躍程度,可以根據降水及與其有關的現象如雷暴、雪暴等天氣特征來確定。例如,如果在鋒上沒有強烈的空氣上升運動,或者空氣非常乾燥,則在越過鋒綫時,由於氣溫的突變,可能出現少雲天氣。

把鋒分為主鋒或付鋒,是不足以說明鋒的活躍情況的。有時付冷鋒上產生降水,比鄰近一段主冷鋒上產生的降水為強。綜如上述,可說明鋒的分類只是相對的。

鋒的分類的相對性也表現在一種類型的鋒常常轉變為另一種類型的鋒方面,也就是:

甲) 鋒的符號改變,當環流條件改變時(例如在氣旋發生和移動的過程中),冷鋒段會轉變為暖鋒段,或者相反。

乙) 鋒的變性,當付鋒或綽綽有餘具有主鋒的性質時,鋒上便有新的氣旋發展起來。

如果想簡單地說明每一種鋒的特性,只需指出下列幾點就夠了:

- 1) 鋒的類型及其在地面天氣圖上的明顯程度(加強或消弱);
- 2) 鋒面附近天氣情況的特點(雲和降水的特征,有無雷暴、颶等);
- 3) 在高空天氣圖和高空圖解上鋒區內大氣狀態的特征;
- 4) 鋒的發展趨向(加強或減弱)。

氣團的地理分類法規定,凡是分割按地理分類的各主要氣團的鋒均為主鋒,也即是:

- 1) 冰洋鋒——把冰洋氣團與中緯度氣團分隔開來;
- 2) 中緯度鋒或極鋒——將中緯度氣團與熱帶氣團分隔開來;

3) 热带鋒——把热带气团和赤道气团分隔开来。

至于分隔中緯度海洋气团与中緯度大陆气团的鋒,均屬付鋒。

3. 鋒面傾斜角的公式

理論計算証明, 鋒面与地平綫相交的傾斜角 α 是很小的(图 96)。为便于討論起見, 我們下面將要把 α 角加以放大。

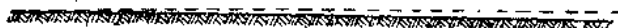


图 96. 鋒面的实际傾斜角。

我們首先討論在冷、暖气团中等压綫和风跟鋒綫平行(摩擦力的影响忽略不計)及在常定运动条件下静止鋒鋒面的情况。气压場的連續性乃是鋒面存在的基本条件, 因为假使鋒面上的气压場不連續, 就会使气压梯度和风速趋于无穷大, 从而使这个鋒面消失掉。

对于上述条件來說, 当由鋒面上的 A 点移到邻近的 B 点时(見图 97), 气压的变化是相同的, 与移动的路程无关, 亦即:

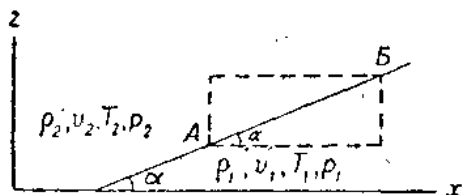


图 97. 用以計算鋒面傾斜角的图解。

$$dp_1 = \frac{\partial p_1}{\partial x} dx + \frac{\partial p_1}{\partial z} dz = dp_2 = \frac{\partial p_2}{\partial z} dz + \frac{\partial p_2}{\partial x} dx.$$

由此即得

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{dz}{dx} = \frac{\frac{\partial p_2}{\partial x} - \frac{\partial p_1}{\partial x}}{\frac{\partial p_2}{\partial z} - \frac{\partial p_1}{\partial z}}.$$

考慮在地轉風方程中

$$\frac{\partial p}{\partial x} = l_p v,$$

而在基本靜力方程中,

$$\frac{\partial p}{\partial z} = -g\rho,$$

則可寫成

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{l}{g} \frac{p_1 v_1 - p_2 v_2}{\rho_1 - \rho_2}. \quad (1)$$

最後, 由狀態方程代入

$$\rho = \frac{p}{RT},$$

並考慮鋒面上每一點 $p_1 = p_2 = p$, 則最後可寫成為:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{l}{g} \frac{T_2 v_1 - T_1 v_2}{T_2 - T_1}. \quad (2)$$

上式中帶有 1 的數字分別表示冷氣團中的溫度和風速, 而帶有 2 的數字分別表示暖氣團中的溫度和風速。

我們常把公式(2)叫做馬古萊斯公式。

為了使公式(2)變為較簡明的形式, 我們在此式中引進下列的數值:

$$T_1 = T_m - \frac{\Delta T}{2}, \quad T_2 = T_m + \frac{\Delta T}{2},$$

$$v_1 = v_m + \frac{\Delta v}{2}, \quad v_2 = v_m - \frac{\Delta v}{2},$$

上列各式中, T_m 和 v_m 分別表示溫度和風速的平均值。

因此,

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{l}{g} \frac{\Delta v}{\Delta T} T_m + \frac{l}{g} v_m. \quad (3)$$

(3)式中的第二項所表示的不是別的, 而是等壓面平均傾斜角

的正切 $\operatorname{tg} \beta_m$ 。(3)式中的兩項都為正值，說明鋒面與地平綫相交的傾斜角比等壓面的傾斜角要大。

對於中緯度來說，

$$l = 2\omega \sin \varphi \approx 10^{-4} \text{ 秒}^{-1}, \quad g \approx 10^3 \text{ 厘米} \cdot \text{秒}^{-2}.$$

假定： $\Delta v = 2 \times 10^3 \text{ 厘米} \cdot \text{秒}^{-1}$ ($v_1 = 10 \text{ 米/秒}$ ，而 $v_2 = 10 \text{ 米/秒}$ ，但二者的方向相反)； $\Delta T = 5^\circ$ ； $T_m \approx 300^\circ$ ，則我們得到(3)式第一項的值約為 0.01。(3)式中的第二項與第一項相比，其值較小，約為 0.0001，可以忽略不計。

因此， $\operatorname{tg} \alpha \approx 0.01$ ，或 $\alpha \approx 0.5^\circ$ 。但是這一數值根據條件之不同，會有很大的變化。

若冷、暖氣團中風速向量差愈大，同時鋒面兩側溫差愈小，則鋒面坡度愈陡。

若其他條件相同，則鋒面坡度是隨緯度的減小而減小的。在赤道上 ($\sin \varphi = 0$)，一般來說，不可能有傾斜靜止鋒存在。

如不用地轉風方程而用較為普遍的运动方程，則可得到考慮加速度的、用以計算鋒面坡度的運用較普遍的公式：

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{l(\rho_1 v_1 - \rho_2 v_2) - (\rho_1 \dot{u}_1 - \rho_2 \dot{u}_2)}{g(\rho_1 - \rho_2) + (\rho_1 \dot{w}_1 - \rho_2 \dot{w}_2)}, \quad (4)$$

式中

$$\dot{u} = \frac{du}{dt}, \quad \dot{w} = \frac{dw}{dt}.$$

不难看出，當加速度等於零時，可以把公式(4)寫成為公式(1)，即得出計算靜止鋒的公式。

因為 u 的數量級比 w 的大 $10^2 - 10^3$ 倍，所以在分析非靜止鋒與靜止鋒傾斜角的差別時，討論 $\rho_1 u_1$ 和 $\rho_2 u_2$ 的關係就夠了。

若 $\rho_2 u_2 > \rho_1 u_1$ ，也就是說，如果暖空氣沿着冷空氣楔上升，那麼，這種非靜止鋒的鋒面坡度就比靜止鋒的要大。

若 $\rho_2 u_2 < \rho_1 u_1$, 即如果沿冷空气楔发生了暖空气的下沉运动, 则非静止鋒的鋒面坡度就比静止鋒的小。

經驗証明, 上滑鋒的坡度大于下滑鋒的坡度。对于上滑鋒來說, $\tan \alpha$ 值約为 0.01—0.03, 而对下滑鋒來說, 約为 0.001。

在推导公式(1)和(4)时, 未考虑因摩擦影响而形成的大气低层中风的分布情况。所以严格地说, 公式(1)和(4)不适用于低层大气。

地面摩擦首先对大气低层鋒面的廓綫有影响: 在近地面层中冷空气楔运动速度减慢; 并且在低层冷鋒廓綫变得較陡, 而暖鋒廓綫变得較傾斜(見图 98)。暖鋒廓綫的这种变形, 可能主要是由于鋒綫附近冷气团中风力微弱所引起的。当有和风 and 强风时, 由于乱流混合作用, 鋒綫附近的鋒面会削弱得很厉害, 坡度不定。繪制大气垂直剖面图时从較高层到地面鋒綫之間所作的鋒面坡度的内插法, 証明由于乱流混合作用近地面的暖鋒廓綫往往是十分陡的。

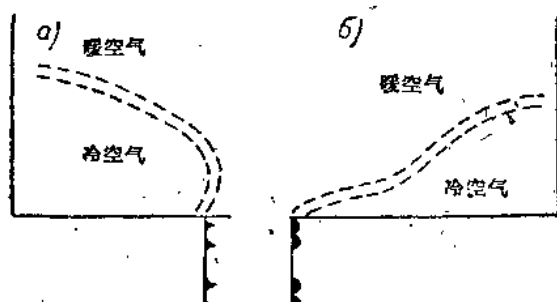


图 98. 鋒面廓綫的特点。

a—冷鋒; b—暖鋒。

在近地层中风沿鋒綫的辐合, 常是地面风偏离梯度风一个极为重要的原因。由于鋒的辐合, 首先使鋒的移速减慢, 其次会使鋒面上暖空气的上升运动加强。根据这个道理在自然界中完全静止的鋒是没有的。如果实际的鋒与等压綫平行的話, 那么由于近地

面層中的實際風與梯度風有偏離，鋒綫也會有很微小的移動。若實際上移動甚少的鋒綫附近出現雲區甚至降水區，就特別表明在這種鋒面上有上升運動。

人們要問：為什麼鋒的一定傾斜角能保持很長的時間，而且當鋒面傾斜角減小時，冷氣團在水平方向上卻不會繼續不斷地向四面擴散呢？

這個問題在分析了(3)或(4)式之後就可以找到答案。

由於地轉偏向力的作用，在摩擦層以上風是沿等壓綫的切綫方向吹的。例如，在靜止鋒的場合下，等壓綫與鋒綫平行，因此就不能出現冷氣團繼續向暖氣團方面移動的情況。結果，鋒綫很少移動，而傾斜的鋒面則保持穩定平衡。

因此，傾斜鋒面的穩定平衡最後便取決於地轉偏向力對風的影響。在(3)，(4)兩式中參數 $l = 2\omega \sin \varphi$ ，就是這種關係的反映。

就移動的鋒來講，儘管該鋒面在移動過程中也可能變形，但移動著的鋒面也同樣要保持平衡。

4. 鋒附近的氣壓場和變壓場

既然在傾斜著的鋒面上，有不同密度的氣團相接觸，這就不能不反映在鋒綫附近氣壓場的性質上。

下面我們來討論對流層下部在等壓面與靜止鋒面相交條件下，等壓面可能有的分布情況。為此，我們應用(3)式。

在推導公式(3)時， y 軸沿鋒綫指向圖面。若速度 v_1 和 v_2 的方向跟 y 軸的正向一致，則 v_1 和 v_2 均為正值；若 v_1 和 v_2 的方向與 y 軸的正向相反，則 v_1 和 v_2 為負值。

忽略這個公式右端的第二項，並考慮 $\operatorname{tg} \alpha$ 不可能為負值，我們便可以根据如下的基本判據來判斷是否有可能在鋒上出現這種形式的气压場：鋒只可能位於其兩側風速向量差為正值的气压場中。

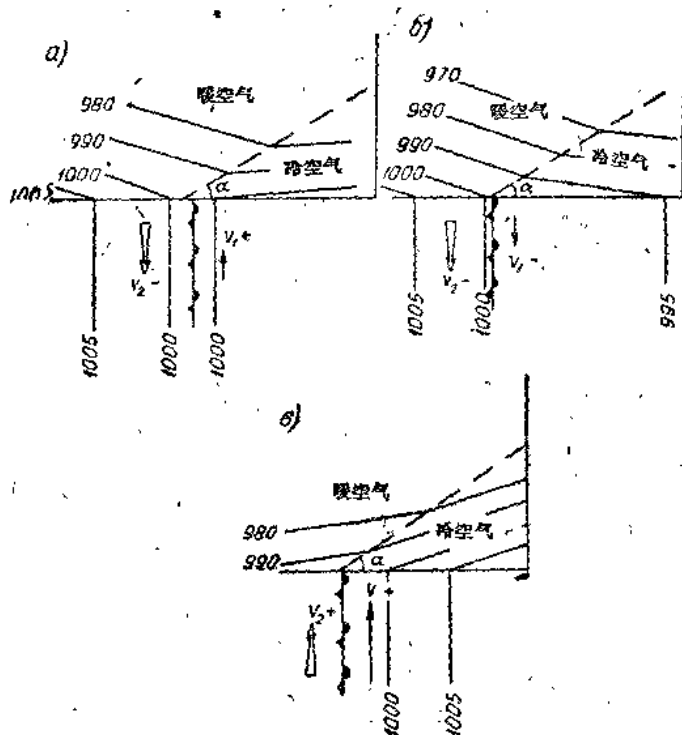


图 99. 对流层下部静止锋面与等压面相交的基本模式。

图 99 表示等压面与静止锋面相交的可能出现的情况。上面两图为垂直剖面图；下面一图为水平面上锋线与等压线的位置图。

如果我们估计一下在该种气压场上冷、暖气团中气压随高度的递减率，那怕是用目力去估计，也可以看出：在暖气团中两相邻等压面的高度差比起在冷气团中高度差大。这一点，与具有不同温度的气团的物理特性是一致的。

如果设想一下：在等压面与锋面相交的条件下，等压面呈脊状弯曲，因而高压是沿锋线分布的。那么在图 99 所示的锋面与坐标

軸的相對位置之下，我們就會得出冷氣團中的速度值為負值；而在暖氣團中則得正值，亦即： $\Delta v = v_1 - v_2 < 0$ 和 $\text{tg} \alpha < 0$ 。這就說明，等壓面與鋒面類似上述的相交，是不可能的。因為在這種情況下，把冷、暖氣團中的單位氣壓高度差作一比較，就會發現有矛盾之處，即暖氣團中的單位氣壓高度差比冷氣團中的小了。

因此，在靜止鋒面與等壓面相交的情況下，等壓面只能呈槽狀彎曲。換言之，鋒線只能是沿着低壓槽軸，而不能沿着高壓脊軸。

上面所作的論斷不僅適用於靜止鋒，而且還適用於運動鋒。運動鋒與靜止鋒所不同的是：在天氣圖上運動鋒的等壓線與鋒線不是平行的，而是相交的。

圖 100 中所列舉的是典型情況下，運動鋒附近等壓線位置的圖例。

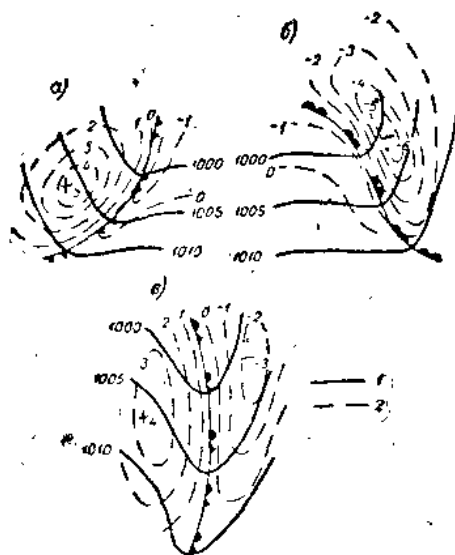


圖 100. 在明顯鋒附近的等壓線和等變壓線：а—冷鋒；б—暖鋒；в—側閃鋒。

1—等壓線；2—等變壓線。

因为实际的鋒是两气团之間的过渡区，所以在过渡层的两侧气压場便会有所变化。若是我們把过渡层的上限与地面的交綫看成是鋒綫，那末严格地說来，这条鋒綫已不与低压槽軸相吻合了，而是偏于槽軸的暖气团一边（见图 101）。

在地面天气图上显然可以看出，鋒綫与槽軸的偏移不大。但在 AT 图上过渡区的宽度一般达几千米；冷鋒位于高空槽的前部，而暖鋒位于高空槽的后部。

鋒綫附近的变压場，一方面决定于低压槽的移动，另一方面决定于低压槽的加深或填塞。

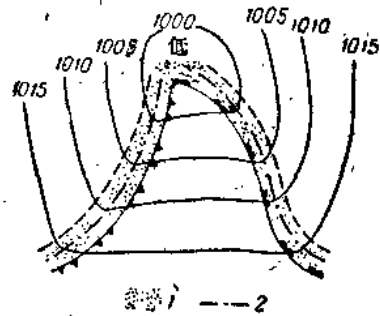


图 101. 在地面天气图上鋒綫相对于低压槽軸的位移。

1—过渡区；2—低压槽軸。

气压的平流变化决定于等压綫的分布跟槽綫移动方向間的关系。图 100 表示在气压平流变化的情况下，在运动着的各种鋒附近等变压綫的分布。

如果在鋒綫附近的气压平流变化上重迭有气压的发展变化（即动力变化），則鋒上变压中心的分布特点，一般說来仍是保存的，但变压中心的强度可能有很大的变化。有时候甚至会使变压的符号改变：若低压槽很快加深，則在冷鋒后面出現降压区；若低压槽很快填塞，則在暖鋒前面出現升压区。

就靜止鋒而論，是不会产生气压的平流变化的；升压或降压現象只可能由于鋒附近气压場的总的演变而产生。因此，在靜止鋒上气压傾向近于零值（在气压場演变不大的情况下），或者在鋒两侧变压为同一符号，数值相等。

5. 鋒的移动

下面我們首先不考慮近地面层中摩擦对风的影响来討論鋒移动的条件。

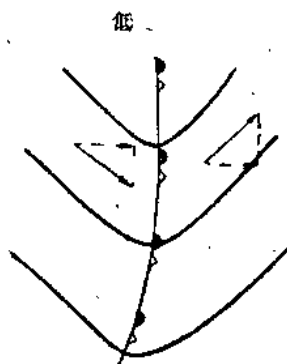


图 102. 垂直于鋒綫的地
轉风速分量。

鋒綫与等压綫平行，因而流綫与鋒綫平行，这是使鋒静止的条件。移动的鋒位于低压槽中，而流綫是沿着鋒綫而輻合的。我們把实际风近似地看成为梯度风，就可以把鋒綫前后每一点风的向量分解为两个分量：一个分量与鋒綫平行；另一个分量則垂直于鋒綫（见图 102）。显然可見，在冷

气团中只有垂直于鋒的风速分量对鋒的移动才有意义。因为就是这个风速分量才决定冷空气楔的后退（暖鋒）或前进（冷鋒），从而决定鋒綫的移动。

我們可以用图解方法象通常把向量合成或分解那样来确定风速垂直分量值。但应用苏联高等軍事水文气象学院制作的梯度风尺或塔波洛夫斯基的梯度风尺更为便利。

为此，須把高等軍事水文气象学院的梯度风尺的坐标軸順着鋒綫作这样的安放，使坐标原点和某一条等压綫与鋒綫的交点重合（见图 103）。

用梯度风尺讀数时，可以讀出梯度风速垂直分量的数值（以米/秒为单位），或者讀出 6 小时后空气質点的相应路程。对鋒綫上的許多点进行計算，并把 6 小时后这些点的位置联結起来，就可以得到 6 小时后天气图上未来鋒綫的位置（如图 103 所示）。

經驗証明：用上述方法計算出来的鋒的移动速度，一般比鋒綫实际的移动速度要大，因为鋒綫的实际移动受到地面摩擦的影响