

分析氣團以論天氣變化 (續一)

朱 炳 海

(3) 屬性曲線之意義

觀乎上文，可知位置溫度及比較濕度，實為最富保守性之二種屬性。美國麻省理工大學教授洛斯基 (Prof. C. G. Russky) 首定空氣的部分位置溫度 (Potential temperature of dry air, θ_d) 及水汽與空氣的混合比 (Mixing ratio of water vapor to dry air, W)，作為分析氣團之指標。其法以此二因子。作為坐標之經緯軸，每次測得各高層之氣壓，溫度及相對濕度後，根據上述之公式，或利用現成之圖表，求得 θ_d 及 W 之數值。點於此坐標，即得代表所測層氣團之屬性點 (Characteristic point)。連結諸點即成屬性曲線 (Characteristic curve)。此曲線之種種形狀，即代表氣團之種種性質，相當位置溫度為 θ_d 及 W 之函數，故亦可點於此種坐標。相當位置溫度之等溫綫，在此坐標上，自右向左向上傾斜，微有曲度 (參觀附圖一)。此外二種虛綫，自左向右向上傾斜，一為等壓面，一為水汽凝結時之溫度。前者之坡度較小，後者之坡度較大。茲就屬性曲綫種種形狀之代表意義，分別論之。

A. 小塊氣團上升，在未達飽和時，其屬性點始終不變。既達飽和後，則循等相當位置溫度 (θ_E) 線而延展成線。——當小塊氣團上升時，其實測溫度，固因氣壓之減小，容積之膨大而降低；但位置溫度始終不變。又因未達飽和，其 W 無增減，故 W 之數值亦恆定。因此，在其上升過程中，於圖上始終祇有一點。待此上升氣團，既達飽和而凝結開始，則水分減少，而有潛熱放出；所得之 W 漸漸變小， θ_d 漸漸增高。觀乎 θ_E 之定義，可知飽和氣團中 W ， θ_d 之數值，必循等 θ_E 線而延展。

B. 一氣團經絕熱的壓縮或膨脹，在未發生凝結或蒸發之時，不問其形狀之如何改變，其屬性曲線恆定不變。——因絕熱過程不改變 θd ，無凝結或蒸發，不增減 W ，故曲線之形狀不變。

C. 同一氣團，各部分之屬性曲線，必有相合之部分。——按氣團之定義，同一氣團，其性質必在平面方向均和。亦即其所測算得之屬性曲線，應各部相同。但實際上，其近地之層，因有地面之影響，性質大為改變。例如遇山岳有雨澤下降而變乾，過湖泊因水面之蒸發而變濕。故其下層之曲線，往往可致相差。但在高層，地面影響不及之處，其性質不變，曲線之形狀可各部相同，而至相合。

D. 氣團愈均和，屬性曲線愈短；若絕對均和，即縮成一點。氣團層次愈嚴整，屬性曲線愈長。——氣團愈均和，即各部分 W 之分量極近似，溫度之分配幾全由壓力之不同，亦即其各部分之 θd 幾相一致也。各部分之 θd 及 W 之數值相似，則所得諸屬性點之距離必極近，於是所連結諸點而成之屬性曲線，必極短。若氣團之性質，絕對均和，亦即各部分 W 之數值完全相等，各部分溫度之高低，完全係於氣壓之大小，亦即各部分之 θd 完全相等。於是在此氣團中，祇測得一對數值，以代表 W 及 θd ，故於圖上亦祇有一點。反之，若各部分之 W 變化甚大，則圖上諸點左右方向之相距離因以增遠。如各部分之溫度不均，除壓力之不同外，又有其他影響如混合，傳導，輻射等，隔離其間；則其溫度之分佈，不照絕熱遞減率，亦即其 θd 之數值各部差異。於是諸點在圖上上下方向之距離增大。諸點間之距離增大，則連結而成之曲線必長。氣團上下層性質相差愈多，則曲線愈長。

E. 線與 W 軸垂直，表示熱力層結，水汽均和；線與 W 軸平行，表示水汽層結，熱力均和。——連結諸屬性點之線，如與 W 軸垂直，表示自上向下 θd 急直升高，而 W 上下一致。 θd 向上增高，是乃有效熱

註：(6) θd 可用現成之 *adiabatic* 圖或表求得。如圖上附有等水汽線，則 W 亦可由此看出。此當另文述之。

量愈上愈多，成層分佈之狀。如與 W 軸平行，表示自下向上 θ_d 相等，而 W 次第減少；故熱力之分佈均和，而水汽之分佈成層。

F. 屬性曲線自右至左向上傾斜，表示有下沉逆溫層存在。——高層之氣塊自上向下沉落，其下沉之起因，初由於熱力之不同。冷者下沉，熱者上浮。在其下沉之過程中，又因壓縮之影響，溫度更為增高。結果而發生逆溫之現象，致 θ_d 亦向上而遞增。逆溫之現象造成，則地面之水汽無從上升，於是 W 之數值愈下而愈大。故所成曲線；向左上角傾斜，如圖一之 mn 綫。

G. 屬性曲線於中段發生 W 最大點，表示有暖面之存在，——常地面尚在冷氣團楔形之中，而高空已有熱帶氣團先到，於於自下向上， W 急直增加，至某高度而達極大。同時各高度溫度之分佈，不依絕熱遞減率，因有熱氣團而特別升高，使 θ_d 亦逐漸升高。故如 jkl 綫之形狀，乃表有暖面在空中也。

H. 屬性曲線向左下角傾斜，表示氣團在絕對不穩定 (Absolute instability) 狀態，——屬性曲線向下傾斜，是乃自下向上有過絕熱遞減率 (Superadiabatic lapse rate) 之存在。在此環境之中，不論乾濕大氣上升，至各層均比其同層之自由大氣溫度高，故仍繼續上升不已，是即在絕對不穩定之狀態也。例如圖一之 abc 段， a 點在地面，其 $\theta_d = 287.3^\circ$, $W = 12.8g$ 。如此點之大氣受外力之推動而上升，而達 $1000mb$ 之等壓面，尚未飽和之時，其 θ_d 仍為 287.3° , W 仍為 $12.8g$ 。已達飽和而凝結開始，則此上升氣團之屬性，應循等 θ_E 綫而延展；故此點在 $1000mb$ 等壓面之屬性點為 b' , $\theta_d = 289.6^\circ$, $W = 11.7g$ 。但此高度自由大氣之屬性點 b , 其 $\theta_d = 285.2^\circ$, $W = 9.0g$ ，故不問已未飽和，此上升氣點之 θ_d ，恆比自由大氣為高，此所以繼續上升，而陷於絕對不穩定之狀態也。

I. 屬性曲線向左上角傾斜其坡度大於等 θ_E 綫，表示氣團在絕對穩定 (Absolute stability) ——屬性曲線向左上角傾斜，而坡度大於等 θ_E 綫，是乃溫度之垂直遞減率小於假絕熱遞減率之徵象。在此環境之中，不論乾濕大氣，上升至各高度，其溫度恆比同層自由大氣之溫度低；故一待外力解除，此上升氣點即立刻下沉，至其原來地位，是

即氣團在絕對穩定之狀態也。例如圖一之 cde 段，c 點之 $\theta_d = 285^\circ$, $W = 8g$ 若此點受外力之推動而上升達 900mb 等壓面，在未飽和時 θ_d , W 之數值不變。已飽和而凝結發生之時， $\theta_d = 288^\circ$, $W = 6.8g$ (由 c 點引線與等 θ_E 線平行，與 900mb 之交點而得 d' 點)，但此同高度自由大氣中之 d 點， $\theta_d = 290^\circ$, $W = 7.6g$, θ_d 之數值恆比上升氣點者高，故上升氣點如無外力之繼續推動，立即下沉，而恢復其原來地位，是即氣團在絕對穩定之狀態也。

J. 屬性曲線向左上角傾斜，其坡度介於等 θ_d 線與等 θ_E 線間，表示氣團在對流性不穩定 (Convective instability) 狀態——屬性曲線向左上角傾斜之坡度，介於等 θ_d 線與等 θ_E 線之間，是乃溫度之垂直遞減率小於乾絕熱遞減率，而大於假絕熱遞減率之徵象。在此環境之中，乾氣點上升至各高度，溫度恆比同層之自由大氣冷，飽和氣點上升恆比同層之自由大氣暖；故乾氣點在穩定狀態，而飽和氣點在不穩定狀態。因飽和大氣之不穩定性，自於對流過程中水汽凝結釋放潛熱而成，故曰對流性不穩定。例如圖一 efg 段。在 e 點之 $\theta_d = 296.8^\circ$, $W = 7.0g$ 若此點大氣上升而達 700mb 等壓面之高度，在未飽和時 θ_d , W 之數值不變，在已飽和而凝結時則其屬性點為 f' : $\theta_d = 301.5^\circ$, $W = 5.2g$ 。但此同高度自由大氣之 f 點 : $\theta_d = 298.2^\circ$, $W = 4.6g$, 298.2° 小於飽和氣點之 301.5° ，大於乾大氣之 296.8° ，故濕氣點到此仍繼續上升，而乾氣點則立回原位也。

K. 屬性曲線如與等 θ_d 線平行，乾大氣在中性穩定狀態 (Neutral stability)，飽和大氣在對流性不穩定狀。如與 θ_E 線平行，飽和大氣在中性穩定狀態，乾大氣在絕對穩定狀態。——屬性曲線與 θ_d 線平行，表示垂直方向之溫度，依乾絕熱遞減率而降低；故乾大氣上升至任何高度，其溫度常與環境同，亦即在任何高度，均可停留，是屬中性穩定也。但若飽和之氣點上升，則在任何高度常比其環境暖，故在對流性不穩定狀態也。例如圖一之 gh 段。屬性曲線與 θ_E 平行，表示垂直方向之溫度依假絕熱遞減率而降低，故飽和氣點上升至任何高度，其溫度與環境同，亦即隨處可以停留，是亦在中性穩定狀態也。但乾氣點上升，則溫度比其環境者低，故立即下降，是在穩定狀態也。

(本節完全文未完)