

雷雨預測法 曲克恭

—穩定度指數與上舉指數—

天氣預報員與氣象研究人員們一向就認為氣團的穩定度是預測具有嚴重性局部風暴，如雷雨、龍捲風等很重要的因素。所以美國氣象局分析中心主任蕭華特 (A. K. Showalter) 氏曾在一九四六年用穩定度指示圖為預測加州南部雷雨發生之輔助圖，一九五三年正式在美國氣象學會六月份的公報上發表。

一種科學方法的發展有很多時候是不謀而合的，一九四九年，駐在德國法蘭克福的美國第十八氣象派遣分隊為預測雷雨之發生與分佈情況，亦同時使用穩定度區域圖 (Area stability Chart)。其基本理論是根據德國氣象中心斯凱爾漢博士 (Dr. Scherhag) 所創者，由十八氣象派遣隊的蓋德納上尉 (Capt. Gardner) 實際繪圖應用。稱之為蓋斯二氏穩定度指數。

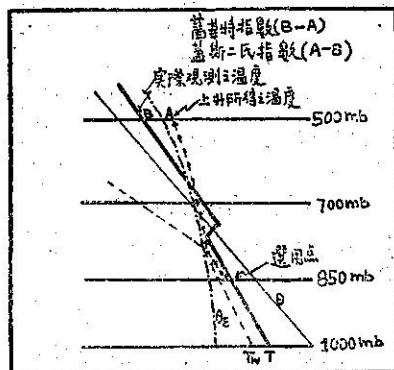
蕭華特氏與蓋斯二氏之穩定度指數，其計算方法完全相同，唯一相異之處是指數前之正負號而已。

穩定度指數之計算法可直接根據各地探空報告求得，其法甚簡：

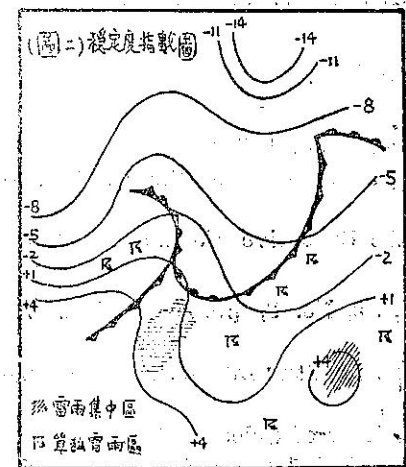
- ① 應用各地探空報告。
- ② 將 850mb 之溫度與露點填於絕熱圖中。

③ 從 850mb 點起，假定空氣先循乾絕熱程序上升，達飽和點，再以假絕熱程序上升至 500mb 層與 500mb 層相交點之溫度與實際探空曲線 500mb 溫度之差，即為穩定度指數。如用求得之溫度減去實際之溫度為蓋斯二氏指數，反之，由實際溫度減去上升所得之溫度，即為蕭華特氏指數 (如圖一)。二者的分別為蓋斯二氏穩定度指數以正值為不穩定，蕭氏以負值為不穩定。蕭氏認為以負值表不穩定較為恰當。

一定的 850mb 層溫度與露點具有一定的 500mb 上升溫度 (即根據前法所求之溫度)，故可製定一表以資應用，較為方便。如附表，表中直行為 850mb 之溫度，橫行為露點，二者相交之數值即為相應之 500mb 溫度，再與實際 500mb 溫度求其差，亦可得穩定度指數，較用絕熱圖計算更為方便迅速。



(圖一) 穩定度指數例圖



如果將各地求出之數值填在一張圖中，繪出等值線，即可對雷雨之分佈狀況一目了然 (如圖二)。

蓋斯二氏法在歐洲長期應用，獲得以下的結論：

- (一) 穩定值為 (-2) 以上的區域，不論有無輻合現象，皆為雷雨範圍。
- (二) (-2) 至 (-5)，當有界面，地面槽或高空槽時，方為雷雨範圍。
- (三) 小於 (-8) 的區域，除非有極強之界面，地面槽或高空槽存在，否則無雷雨現象。

蕭華特氏認為指數為 +3 (即蓋斯二氏之 -3) 或小于 +3 時，可能有陣雨，且亦有雷雨生成之可能，指數為 +1 至 -2 (即蓋斯二氏之 -1 至 +2) 時，雷雨發生之可能性增加，指數為 -3 或更小于時 (即蓋斯二氏之 +3 以上)，將有大雷雨發生。一九五二年，三月二十一日求得美國 Shreveport 地方的穩定度指數為 -8 (蓋斯二氏者即為 +8)，當時

Arkansas 州正有龍捲風發生。

據蓋斯二氏之經驗，穩定度法須與一般預報雷雨之法則如：界面地形之抬舉作用，下層暖平流，上層冷平流，以及 850mb 層之濕度分佈等合併使用，否則會導致錯誤之後果。不穩定之區域 (如圖二所示) 可用外延法移動之，其移速約等於 500mb 風速之一半。

上述穩定度預測局地風暴之方法又經美國強烈局地風暴警告中心 (Severe Local Storm Warning Center

) 研究，發現穩定度指數如果外延使用，如利用 1500z 之資料預測午後之雷雨，常有相反之結果，乃應用另外一種參數稱之為上舉指數 (Lifted Index) 補救之。

所謂上舉指數，即是實測 500mb 溫度與假定之 500mb 溫度間之差。此假定的 500mb 溫度是指一平均空氣團 (Mean parcel) 從修正後之近地面三千呎層上舉求得者。此空氣團之溫度若高於四周 (上升後)，則指數為負值，反之為正值。與蕭華特氏指數之意義相同。僅所取空氣開始上升時層次不同。並且上舉指數乃預測之指數，而蕭華特指數為實際的平衡指數 (Observed Satri Index)。

上舉指數由下述步驟求得之：

(一) 應用等面積圖解法求得接近地面三千呎層內之平均混合比。

(二) 決定空氣將增溫或冷卻之程度 (即預測午後之最高溫度)，然後在三千呎層內修正實際之探空曲線。(有時可用三千呎層內之平均溫度代替之)。

(三) 用此三千呎之位溫與平均混合比之交點為低層平均空氣團之凝結點。

(四) 從凝結點起再沿濕絕熱線上升至 500mb 層，相交點之溫度即求得假定之 500mb 層溫度。

(五) 從實際 500mb 層溫度減去求得之溫度即為風暴中心所用之上舉指數 (如圖三)。

為了研究上舉指數對預測午後空氣潛在的不穩定性是否較蕭華特氏者為有效起見，該中心特將根據 1500z 探空曲線所預測之上舉指數與用同一測站 2100z 之探空曲線計算出之蕭華特指數統計比較其相關，所用之資料因限於採用同時有 1500z 及 2100z 探空觀測之測站紀錄，故應用華盛頓 (Washington D. C.) 一九五四年，六七八三個月之資料及一九五五年二月至五月間，100°W 以東各測站有代表性之探空紀錄。其中凡有界面在 1500z 至 2100z 間過境之紀錄全部捨棄不用，根據上述之原則總計採用三百三十九次實例。

圖四所示為三百三十九次實例中，同一測站根據 1500z 探空紀錄計算得之上舉指數與根據 2100z 資料計算之蕭華特指數，二者之相關，相關係數高達 0.86。

圖四為同一測站之 1500z 及 2100z 兩次紀錄完全根據蕭華特氏法計算得之穩定度相關，結果為 0.71。

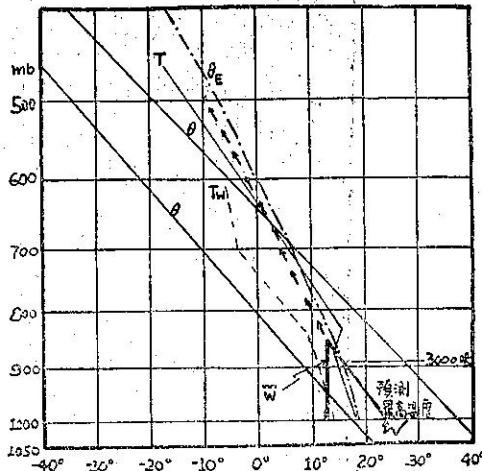
雖然二者所獲得之相關皆甚高，但詳察紀錄，上舉指數却較蕭華特者為有效。例如：在全部三百三十九次實例中有一百一十二次，當 1500z 蕭氏指數為負值時，但在 2100z 時却為正值。使用上舉指數計算時，不但在一百〇七次中很正確的預測出由正值至負值 (指從 1500z—2100z) 之變化，而且其中有時僅相差 ±2°C。因之，證明上舉指數為預測午後 (所用資料時間六小時後) 潛在不穩定之有效工具。

參考資料：(一) A. K. Showalter—A Stability Index for Thunderstorm Forecasting

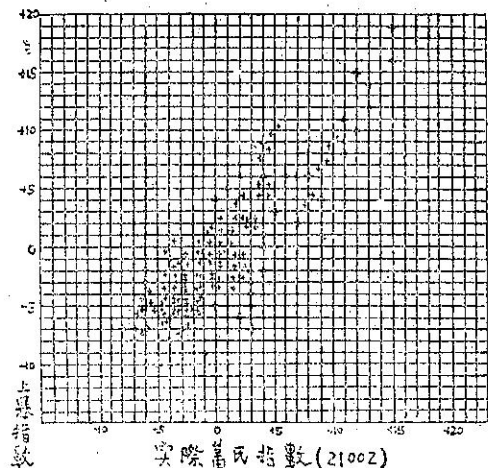
(二) Predictor of Latent Instability (Bulletin, American Meteorological Society Dec. 1956)

(三) 氣象技術月刊三卷七期，預測雷雨輔助法則之商榷。

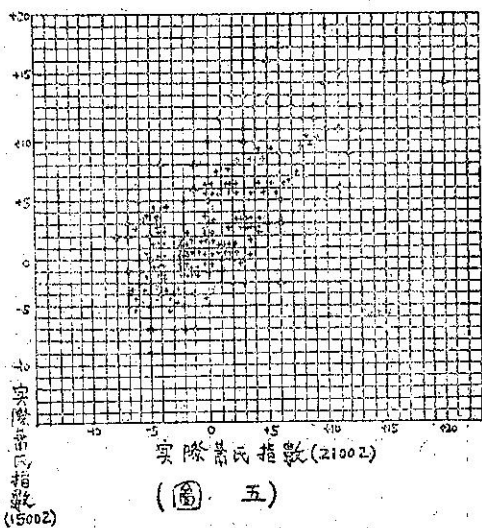
(四) 穩定度表為空軍氣象中心徐中校應環從美國携回，現正為該中心所採用。



(圖三) 上舉指數例圖



(圖四)



(圖五)

