

以等熵分析探討 逗點雲與中緯度氣旋之關係

劉 廣 英 陳 翠 意
空 軍 氣 象 聯 隊

摘 要

等熵分析曾用以探討產生嚴重天氣的綜觀大氣條件以及溫帶氣旋中的各種氣流。在氣象衛星雲圖上常見到的雲型，如逗點雲，亦可經由此種分析找出相關的氣流，並由而推出其結構的「概念模式」(conceptual model)。本文先簡要地介紹逗點雲的「概念模式」，而後分析發生在我國地區的實例，以驗證概念的正確性並探討實際狀況與模式間的差別。根據分析結果顯示與逗點雲相關的氣旋系統中包括暖、冷兩支低層東來氣流以及一支高層的西來氣流；三種氣流匯成逗點雲的頭部，而暖氣流與高層氣流的交界則構成逗點雲的尾部。有關個案分析中並將包括綜觀系統的描述。

一、前 言

等熵分析首由Rossby等(Saucier, 1957)提出，並在他們的鼓吹下於1940年代一度將所需資料納入氣象資料廣播系統中，然終因航空界的需要及等熵分析過程與結果解釋較困難而改為以等壓面為垂直座標。實際上，就氣象人員的需求而言，等熵分析比較能滿足我們。同時，由於工具的進步，當年的困難已不復存在，所以利用此種分析方法探討天氣系統結構等問題者日多，Uccellini(1976)更是力主此事。本文之目的即在透過實例探討等熵分析在日常作業上的可用性及其優點。根據文獻及經驗可知等熵分析對許多嚴重天氣系統具有較優的解剖能力，而我們選擇逗點雲為分析對象，所獲結果甚佳。

二、「概念模式」簡介

Carlson(1980)由分析發生在冬季美國大陸地區的逗點雲相關的氣流，歸納出了一種通過中

緯度成熟氣旋的等熵流場模式，如圖1所示。由圖可見構成此「概念模式」(Conceptual model)的氣流有以下幾種：

(一)中低層暖空氣帶(warm conveyor belt; WCB)：來自副熱帶及副帶地區的近地層以及熱帶地區中層的東風。

(二)低層冷空氣帶(cold conveyor belt; CCB)：由低壓中心東或東北方低層高壓所形成的東風。

(三)高層乾冷氣流：由低壓中心西方高空(上對流層或下平流層)脊線上來的乾冷西風。

暖空氣由低緯度成反氣旋式向北轉東北且向上吹送；冷空氣沿低層高壓吹送，一部分立即北轉並與暖空氣匯合，一部分穿過暖空氣帶下方到其西方後再北轉；高層乾冷空氣中低壓中心西方高壓脊上吹下並轉北與WCB與CCB匯合。三種氣流匯合處形成逗點雲的頭部，此處雲的形式取決於氣流匯流時的特徵。WCB自東向西轉北途中，西側到達地面冷鋒位置而形成逗點雲的尾部。暖區與暖鋒平行

地區通常有廣泛的雲堆並於低壓中心東或東北方，即三支氣流匯合後流出的地方則形成卷雲盾。卷雲盾的北方通常有明顯的邊代表WCB的北緣。

由上述氣流分析，Carlson等(1980)繪成一種三維的等熵流場模式，為便於與圖1對照且易於瞭解，經略事修改後如圖2所示。圖中由右下方進入轉北再轉東北的一支即WCB。自圖左方進入的一支即來自地面低壓中心西方高空脊線上的乾冷西風。自圖右方進入的三支代表各種性質的CCB；最南邊的一支秉性最接近WCB，故向北轉的快亦與WCB匯流的快，而愈向北的CCB溫度愈低亦愈在底層，則向西伸展的就比較遠向北轉皆比較慢，此支氣流使低壓後方形成低雲層。

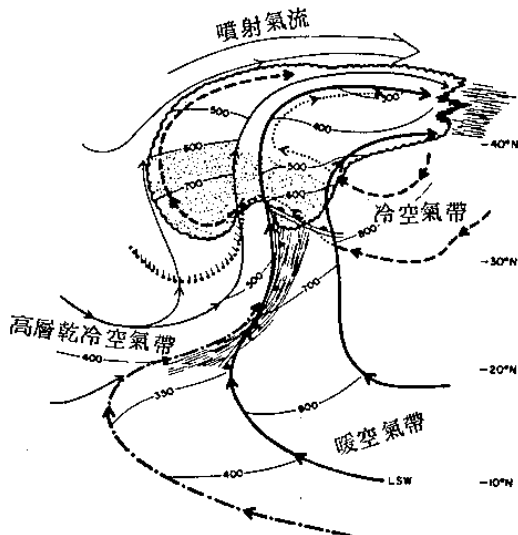


圖1 等熵流場之概念模式，Carlson等1980

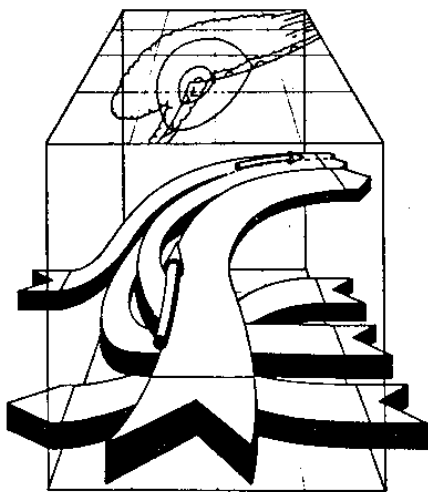


圖2 三維的等熵流場模式，Carlson等1980

三、個案分析

(一)美國的個案

Carlson等(1980)分析過一次影響美國中部的逗點雲系統，圖3即為他們所獲得的結果。圖中自南向北的粗實線涵蓋範圍代表在 $\theta_w = 290^\circ\text{K}$ 面上的暖空氣帶(WCB)，此暖氣流在北上中自650mb以下逐漸上升到300mb(等壓面如粗斷線所示)。段點線涵蓋範圍代表在 $\theta = 320^\circ\text{K}$ 上面的高空冷空氣帶，此氣流自北南下途中約自300~400mb下沉至500mb，而後一支繼續南下到600mb，另一支則自西北轉西南進入低壓中心(等壓面如細段線所示)。自東北方進入而後轉向北再轉向東北移出的細實線所示者為 $\theta_w = 284^\circ\text{K}$ 面上的低層冷空氣帶(CCB)，此氣流由WCB下移入高度約自700mb至500mb，向北轉東北移出時可到達400mb(等壓面如點線所示)。這是一次與模式甚為一致也就是相當標準的一次個案。

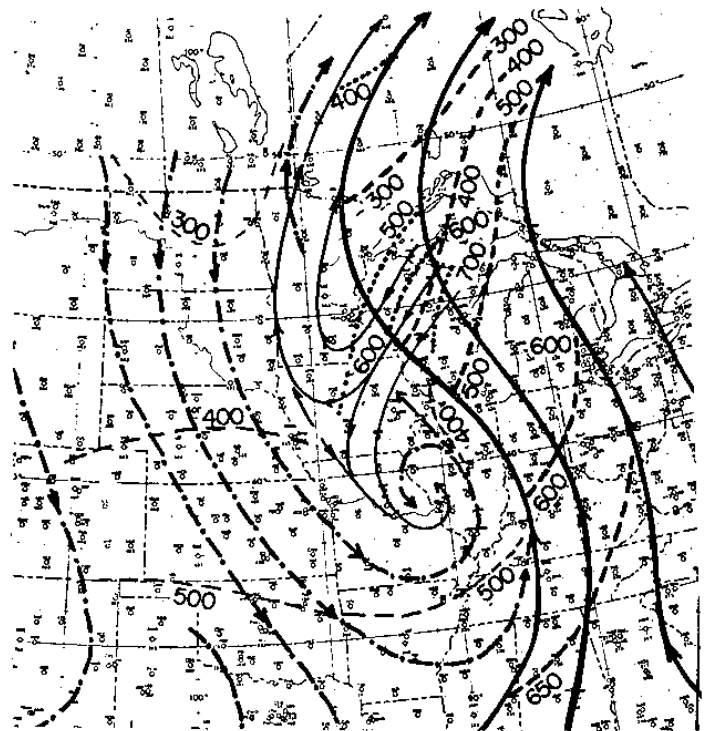


圖3 Carlson等(1980)分析於民國68年10月23日(1979)0000GMT發生在美國中部的逗點雲系統的結果。

(二)我國地區的個案

衛星雲圖多年來給我們很大的幫助，我們所分析的個案也是先由雲圖配合綜觀天氣圖而選擇出來的。圖 4 就是我們所選個案的 GMS 衛星雲圖，各圖中均有明顯的逗點雲系統存在。

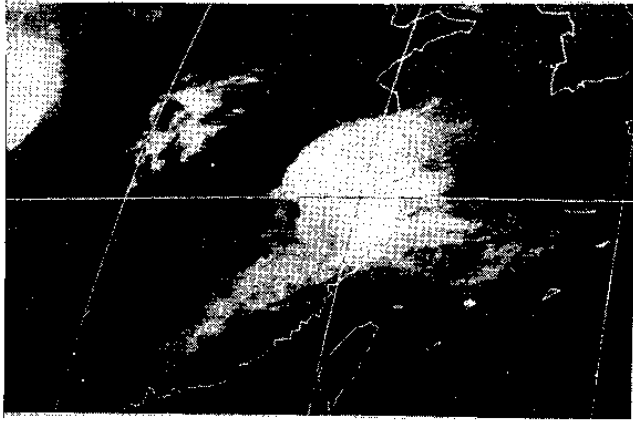


圖 4(a) 民國 71 年 3 月 22 日 0000 GMT 之衛星雲圖



圖 4(b) 民國 71 年 7 月 23 日 2100 GMT 之衛星雲圖

圖 5 為兩次個案的等熵分析。我們的分析包括兩種等位溫面即 θ_w 與 θ 。第一個個案發生於 71 年 3 月位置在長江下游，選擇的分析時間是 3 月 22 日 0000 GMT，位溫面是 $\theta_w = 289^\circ \text{K}$ 與 $\theta = 320^\circ \text{K}$ 。第二個個案發生於 71 年 7 月，位置在渤海灣西北方，選擇的分析時間是 7 月 24 日 0000 GMT，位溫面則是 $\theta_w = 291^\circ \text{K}$ ，與 $\theta = 320^\circ \text{K}$ ，分析濕位溫面上的流函數重點在於探討 WCB 特徵，而分析乾位溫面上的流函數則是為了探討高層乾冷空氣的特徵。由圖可見：

(1)兩個案的 WCB 均自 850mb 以下漸升至 700mb 並進入低壓中心。

(2)高層乾冷空氣的狀況在兩次個案中略有不同；第一次（3 月）個案中乾冷空氣約自 300~400 mb 下沉至 400~500 mb，而在第二次（7 月）個案中下沉就相當不明顯。此種差異應為季節不同所致。

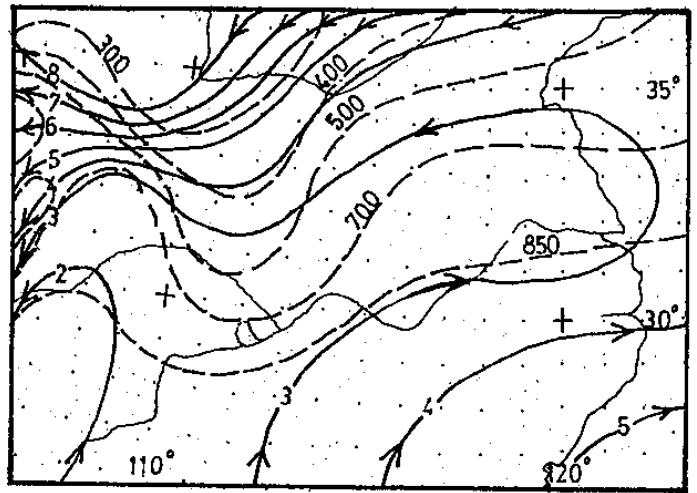


圖 5(a) 民國 71 年 3 月 22 日 0000 GMT 暖空氣帶在 $\theta_w = 289^\circ \text{K}$ 面上的情形，實線表等熵流線 ($10^3 \text{M}^2/\text{S}^2$)，虛線表等壓線 (MB)

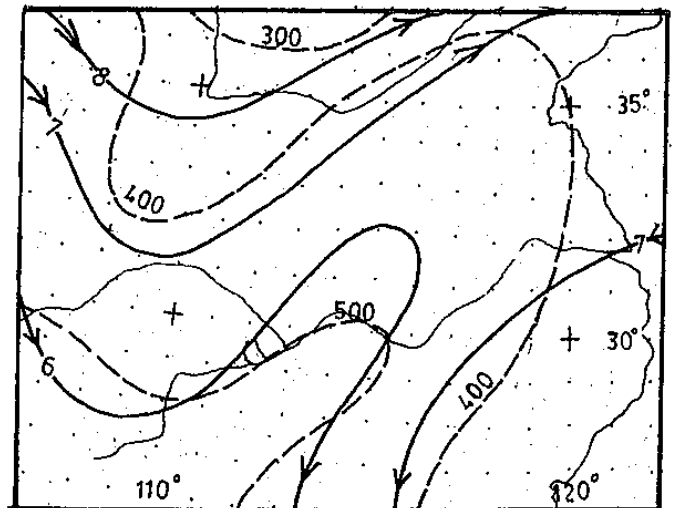


圖 5(b) 民國 71 年 3 月 22 日 0000 GMT 高層乾冷空氣帶在 $\theta = 320^\circ \text{K}$ 面上的情形，實線表等熵流線 ($10^3 \text{M}^2/\text{S}^2$)，虛線表等壓線 (MB)

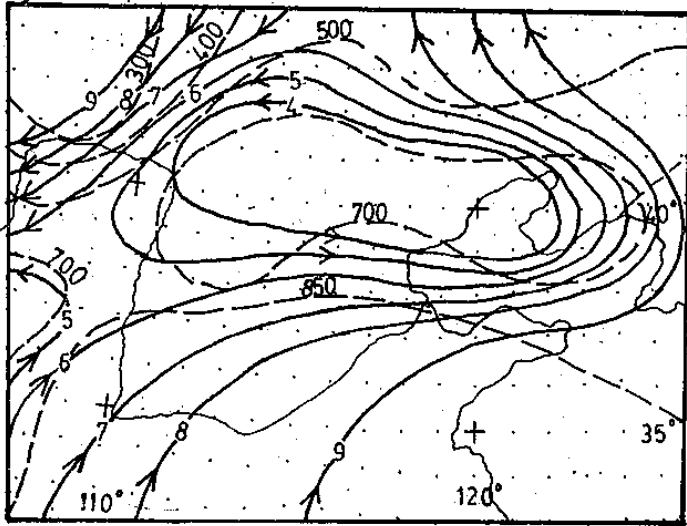


圖 5(c) 民國 71 年 7 月 24 日 0000 GMT
暖空氣在 $\theta_w = 291^\circ \text{K}$ 面上的情形
，實線表等熵流線 ($10^3 \text{M}^2 / \text{S}^2$)
，虛線表等壓線 (MB)

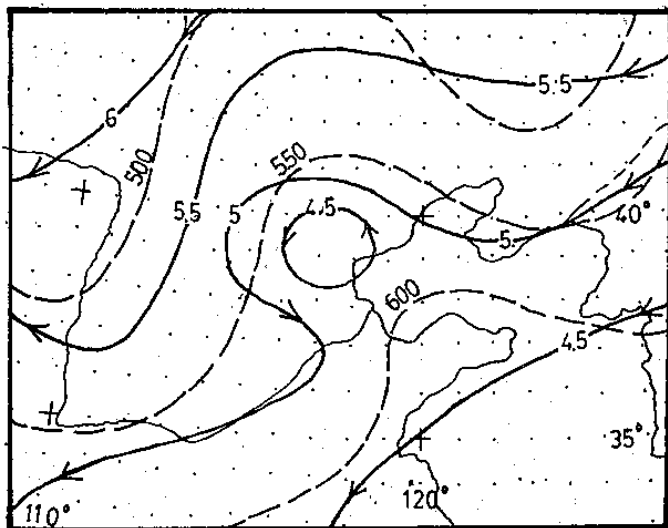


圖 5(d) 民國 71 年 7 月 24 日 0000 GMT
高層乾冷空氣在 $\theta = 320^\circ \text{K}$ 面上的情形
，實線表等熵流線 ($10^3 \text{M}^2 / \text{S}^2$)
，虛線表等壓線 (MB)

四、小 結

等熵分析國內做的不多，在分析中由於資料的不充足也有些困難，但正如前言所述，此種分析也有其優點，尤其是對氣象人員而言，等熵分析無異為一相當有利的工具。由本文所介紹的以及個案分析所顯示的，都代表着此分析的優點及其對我們的貢獻。

由兩個不同地區及季節的個案分析可見相同的天氣系統會因時地不同而有不同的結構。一般而言我們分析之兩次發生在我國大陸沿海的兩次個案沒有 Carlson 等分析之美國的個案標準（與觀念模式比較），同時我國地區的 W C B 似發生於較低的層次。

本文只是有關等熵分析工作的開端，且因時間所未能做完整的分析亦未能分析較多的個案，唯由此初步工作中我們已學到了很多，今後我們將繼續努力，相信必能獲得良好結果。

五、致 謝

我們要特別向中央氣象局及研討會工作人士致謝，謝謝他們所安排的機會。除此以外，紀水上先生提供資料，朱承聰先生協助計算工作，在此一併致謝。

參 考 文 獻

- Carlson, T.N., 1980: Airflow through midlatitude Cyclones and Comma Cloud Pattern. MWR, Vol 108, No. 10, Oct. 1980.
- Carlson, T.N., D. Keyser and R.A. Anthes, 1980: The Relationship Between the Comma-Shaped Cloud Pattern and Frontal Structure in midlatitude Cyclones. 8th Conference on Weather Forecasting and Analysis. June 10-13, 1980.
- Saucier, W.J., 1957: Principles of meteorological Analysis.
- Uccellini, L. W., 1976: Operational Diagnostic Application of Isentropic Analysis. National Weather Digest 1.

**On the Isentropic Analysis of the Comma-shaped Cloud Patterns
Associated with midlatitude Cyclones**

Koung-Ying Liu Tsuey-Yih Chen
Weather Wing, CAF, ROC

ABSTRACT

The technique of isentropic analysis offers an additional tool for studying airflows through midlatitude cyclones. Carlson, based on such analyses, proposed a conceptual model of a mature midlatitude cyclone. In this study we introduce that model. And, then, we analyzed two cases which occurred on the east coast of mainland China. The result is comparable to the model.

