雷達氣象HW4 黃展皇110621013

以下是對於” **Organizational Modes of Midlatitude Mesoscale Convective Systems**”的重點摘要：本文使用雷達觀測的迴波研究中尺度對流系統MCS，並且提出可以用三種分類去區分MCS，分別是trailing (TS), leading (LS), 以及parallel (PS)層狀降水，並且使用探空資料以及剖風儀，可以發現與中層平均風與上對流層風暴風的比較中三個種類有很不一樣的地方

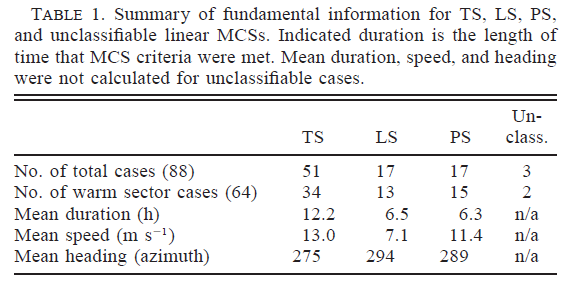
簡介中提到對流風暴對於大氣會有動量與熵的重新分配，並且風暴團會形成中尺度上持續約3小時的系統，即為中尺度對流系統(MCS)，並且層狀降水區和對流降水區的潛熱分佈對周圍大氣環流產生獨特的影響，因此對於MCS必須討論熱力動力特徵，以利對流參數化和實務預測。

根據前人研究，颮線會有形狀的折疊、鑲入等等，在風暴發展時也會有相對應的風場以及先導層狀雨系統，並且有層狀降雨跟隨在颮線之後的TS型態、有層狀降雨在颮線之前的LS型態，端取於風暴的前導風場的水平方向與垂直方向分布，另外還有層狀降雨跟颮線平行發展的PS型態。並且根據中緯平流假設可以推斷研究對象僅包括範圍大於100公里且持續時間大於3小時的對流回波系統；同時可以分為線性與非線性，也就是強度是否位於颮線中心抑或是有偏離情況；另外也會分成位於鋒面暖區與非暖區的情況。

數據和分析方法的部分，研究範圍是美國大平原(31-45N 89~106W)的兩年五月的MCS系統，使用NOAA的剖風儀陣列，在雷達的部分採用0.5PPI，空間解析度2公里，時間解析度15分鐘，用雷達可以很好的抓到對流系統的演化，在合成的雷達資料中進行研究並且對運動的方向與大小作紀錄，定義對流降雨為大於40dBZ的回波，層狀降雨為大於20dBZ小於40dBZ的回波(15~20dBZ幾乎沒有影響，因此20dBZ以下可以忽略)；Rawinsonde的部分因為資料解析度差而不採用內插，直接選擇距離MCS最近的觀測點作為該對流系統的代表性資料，並且不可複用，因為對流的經過可能會顯著影響環境參數；NOAA剖風儀的部分，資料有對地面風與NCEP再分析場作資料檢查；而天氣特徵的診斷上去分析冷鋒、暖鋒和靜止鋒、地表壓力槽、流出邊界和三相點的位置，如果對流系統的一半以上位置與分析特徵的位置重合，則認為對流系統與表面天氣特徵相關，也可以結合NCEP再分析數據診斷出低層風、高層風最大值(也就是噴流)和中對流層短波槽脊；最後在MCS的個案選擇上，88個MCS個案中排除了24個非暖區個案(因為其多缺乏CAPE可用對流位能)以及5個資料問題(如未能找到代表性探空觀測或是降水明顯污染了可用的原始探空儀數據)的個案，最終產生59個高品質的暖區MCS（其中57個是可分類的）。

大部分情況都能分別出MCS的類型，並且是取MCS過程中持續最久的型態作為分類依據，其中trailing (TS)包括一條對流線向前沿凸出，一系列強反射單元通過中等強度的回波牢固地連接在一起。對流區前緣的梯度比後緣強得多，以及大的尾隨層狀降水區；leading (LS)極端情況下表現出一條對流線，前面是過渡帶和具有最大反射率的層狀降水的次要帶，具有廣泛前線和後線的降水；parallel (PS)則是與對流線相關的大部分或全部層狀降水區域平行於對流線本身，對流線兩側的反射率梯度相對較大。

接下來討論MCS的雷達觀測特徵，在個案的種類分布上，TS是最常見的佔58%，但LS和PS也各佔19%，個案的數量、持續時間、速度如下圖，可見TS個案較多，持續時間與速度也較長較快，並且個案最常是東北-西南朝向，約60度方位角，這與鋒面有關。所有線性MCS中近一半最初具有TS特性，並且TS演變為其他模式相對較少，LS有30%會演變為TS，PS有58%會演變為TS。目前可能的假設隨著時間的推移，對流線開始向前加速，從而在後期更容易形成TS型態。



在綜觀環境的部分可以分為是否活躍，以持續生成MCS的數量或是產生多個MCS為區分標準，觀察到的88個案例中有85個發生在活躍期，這代表短波槽或旋生接近時(更強的對流層上層氣旋渦度平流代表準地轉上升)MCS活動會增加，平均而言，線性MCS發生在對流層上層急流的右入口(上層輻合且上升運動)，並且61%的線性MCS與低層噴流的核心或終點相關，並且線性MCS與暖鋒或靜止鋒相關，對流層低層輻合對於組織對流很重要。

分析剖風儀可以計算各類MCS的平均流場，結果發現高空的風切並沒有辦法解釋前方的降水，而5~8km以及3~10km的”線垂直相對風暴風”是三類MCS的最主要差異，表示對流層中上層的該流場在確定MCS組織方面具有重要意義；在持續時間上，平均 TS MCS 持續時間幾乎是 LS 和 PS MCS 的兩倍，這與TS個案傳播到的氣團的穩定性有關。我們可以從平均對流可用勢能(CAPE)、升力凝結水平(LCL)、對流凝結水平(CCL)和升力指數(LI)得知TS MCS發生在條件不穩定性最大的氣團中，而PS則相反。而低層相對風暴風的結果可見流向LS的空氣需經過層狀降水區，而PS或TS則不會經過。經過對cold pools的研究與計算後發現平均TS環境可以產生最強的表面冷池溫度擾動。平均TS案例的可降水量更高，LCL和CCL低於其他兩類的平均值，這意味著可能的降水更大。總之，MCS的壽命與環境穩定性、流入氣流中是否有降雨、地表冷池的強度以及對流和層狀加熱產生的重力波能量分佈有關。

接下來研究對兩個個案進行研究，分別是18 May 1997的LS個案與26 May 1996的PS個案，最終得到綜合結果：線性暖區 MCS 幾乎只發生在線性表面邊界附近，最常見的是靠近暖鋒或靜止鋒，且當地表氣旋穿過研究區域時，線性MCS頻率會最大化，並且常與低層噴流有關，並且MCS透過雷達數據可以細分為三種模式：TS、LS、PS。我們發現TS相較於PS發生在更強冷池的環境中，因此，這三類的壽命和相對速度可能是由冷池動力學造成的，對於TS情況，在對流層中層顯示了水汽的向後相對風暴平流，而LS則相反。

未來作者希望可以更深入地了解LS和PS的垂直結構和內部流動特徵，尤其是LS能夠在蒸發冷卻的空氣流入其對流塔時倖存下來的方式，未來的案例研究應包括多次雷達仰角掃描以及距離高度，以描繪對流和層狀降水的深度和運動。此外也希望使用雙都普勒雷達以利證明LS和PS的循環流特徵，只有充分了解這些三維結構，才能為研究較少的型態開發概念模型。

最後摘要：本研究對1996年5月和1997年5月的88個線性MCS進行了編排和分析。主要發現包括以下內容：

* 線性 MCS 存在三種不同的模式：Trailing Stratiform（TS，約60%的案例）、Leading Stratiform（LS，約20%的案例）和Parallel Stratiform層狀（PS，約20%的案例）。
* TS MCS在整個深度經歷了從前到後的與相對風暴風，移動迅速，是三個等級中壽命最長的。
* LS MCS經歷了微弱的中層和上層對流層後到前相對風暴風，移動緩慢，持續時間約為TS MCS的一半。
* PS MCS經歷了顯著的對流層中層和上層線平行相對風暴風，移動速度比LS MCS快但慢於TS MCS，持續時間約為TS MCS的一半。
* 在其生命週期的某個時刻，大多數MCS向TS結構發展。
* 本研究中與線性 MCS 相關的天氣條件在很大程度上類似於先前作者發現的條件（例如，Maddox 1983；Bluestein 和 Jain 1985；Kane 等人，1987）。
* 除了線性 MCS 頻率的夜間最大值之外，還存在類似於 Geerts (1998) 記錄的次要日出模式。一個案例研究表明，對於 PS MCS，對流層風廓線的線性觸發方向可能是一階重要的，而另一個案例研究表明，LS MCS 可以通過多種方式維持，包括從後方流入。