

第八屆 大氣科學研討會

## 冬季電暴個案模擬研究

陳柏榮 林沛練

中央大學大氣科學所

### 摘要

對於電暴系統的研究歷時已久，在過去對個案研究中，大部份以雷達資料為主。但雷達所能夠含蓋的範圍有限，且受限於移動上的不便，因此對於電暴系統的觀測，不管是在時間或空間上，通常僅是局部的。因此本篇希望能藉由數值模式的幫助，能夠完整的模擬出電暴系統的生成、發展及消散過程。

本文所用的模式為 Penn State/NCAR 所發展的第五代中尺度靜力/非靜力模式(MM5)，模擬的個案為發生於 2002 年 12 月 19 日從福建沿岸生成，並向台灣移動的電暴系統(圖 1)。此系統移進台灣後，在北中南三區均有造成相當的災害。初步結果顯示，有關對流系統生長及移動過程的模擬結果與觀測相當接近，但是在發展高度，模式的模擬結果仍有很有改善空間，本研究希望透過敏感度實驗之設計來釐清此一冬季電暴生成與發展的物理過程。

關鍵詞：電暴、MM5、鋒面

### 一、前言

自 1949 年 "Thunderstorm Project" 以來，風暴系統已經被廣泛的研究。對於風暴系統的生成，結構與發展，50 幾年來，不管是對於實際個案的觀測(Browning *et al*, 1976; Foote and Frank, 1983)，或是利用模式模擬風暴的結構(Klemp, 1987)，都已經累積了相當的成果。

上述的研究，主要多集中在美國中西部大平原，而台灣本島的研究，一直到近幾年來，才有較多的學者，如陳等(1999)與黃等(2002)利用雷達資料，對發生在台灣附近區的劇烈對流系統有較詳細的討論。雖然透過雷達的觀測可以得到時間解析度很高的資料，但是卻礙於移動上的不便，當對流系統超出觀測距離時，或者是需

要大尺度觀測場時，雷達在此便顯得有所不足。

因此本研究的目的，就是希藉由模式的模擬，補足雷達在大尺度環境場上以及在觀測上的不足。

### 二、研究方法

本文中所用的模式為第五代中尺度數值模式(MM5)。使用的資料為 ECMWF (歐洲氣象中心) 1.125°\*1.125° 經緯度網格點資料，為了加強對中小尺度場的掌握，加入了探空站加以調整。模擬的範圍如圖 2 所示。第一層與第二層網格模擬的啟始時間為 2002 年 12 月 19 日 00Z，第三層則延遲六小時啟動。由於系統尺度較小，故三層網格的解析度分別為 18 公里、6 公里及 2 公里。垂直層數採用 23 層。在積

雲參數化方面，第一層網格採用由 Grell *et al.* (1994) 所提出有利於單胞對流系統發展的參數化法，第二層及第三層則由網格直接計算。

### 三、結果討論

#### a. 個案簡介

圖 3 與圖 4 為 2002 年 12 月 19 日 00Z 與 06Z 地面天氣圖。圖中可以看到鋒面在 00Z 時仍在台灣北部，但到 06Z 時卻已移至台灣南部，顯示鋒面在這六小時內移動非常迅速。圖 5a 為台灣地區測站分佈圖，5b 為東部從北到南 8 個測站風場及溫度場的時序圖。圖中可以看到鋒面經過的時間約在 19 日 00Z 到 08Z，與天氣圖相符合。在鋒前溫度上升，而在鋒後有溫度下降的趨勢。

圖 6 為 FGGE 探空 59134 站於 2002 年 12 月 19 日 00Z 的斜溫圖。此站的位於最北邊對流系統生成時的附近。由圖中可以看到，在此時期底層 1000hPa ~ 850hPa 具有相當大的垂直風切存在，而在中層 CAPE 值高達 1705J，這都是有利用劇烈對流系統發展的條件。因此只要克服 925hPa 以下的逆溫層，對流系統便可以得到良好的發展。

#### b. 模擬結果

圖 7 為台灣東方海面，經度 122° 的風場變化時序圖。從中可以看到鋒面系統經過台灣的時間與實際情況相當符合(00Z-08Z)。但在實際觀測中，共有三個對流胞生成，而在模式中僅生成一個。圖 8a 為 19 日 09Z 於 700hPa 的回波場與水平風場。圖 8b 為圖 8a 中 AB 剖面的回波場與垂直速度

場。圖中可以看到對流系統回波可以超過 45dBz，但在高度上卻無法超過 450hPa，而且系統離開福建沿岸到達台灣海峽上方的時間較實際早了 2-3 小時。

### 四、結論

由以上初步的討論結果得知，在 19 日當天，福建沿岸近地面處雖然有逆溫層的存在，但是在中層卻存在著相當大的不穩定度，因此若能克服底層的對流抑制能，對流系統則可以得到良的發展。而鋒面的經過正提供了這麼一個機制，由於冷空氣鑽入暖空氣下方，迫使暖空氣抬升，突破了逆溫層的高度，因而激發此一對流系統。未來有關此一對流系統之移動與發展之機制將透過敏感度之模擬設計來探討。

### 參考文獻

- 黃文亭與陳泰然，2002：台灣北部地區冬季劇烈天氣事件的診斷分析研究。*大氣科學*，30，217-240。
- 陳泰然、周鴻祺、楊進賢與陳熙揚，1999：台灣北部伴隨冰雹之春季飆線個案研究。*大氣科學*，27，257-272。
- Browning, K.A., J. C. Fankhauser, J-P. Chalon, P. J. Eccles, R. C. Strauch, F. H. Merrem, D. J. Musil, E. L. May, and W. R. Sand, 1976：Structure of an evolving Hailstorm. Part V：Synthesis and implications for hail growth and hail suppression. *Mon. Wea. Rev.*, 104, 603-610.
- Foote, G. B., and H. W. Frank, 1983：

Case study of a hailstorm in Colorado. Part III : Airflow from triple-doppler measurement. *J. Atmos. Sci.*, **40**, 686-707.

Grell, G. A. J. Dudhia, and D. R. Stauffer, 1994 : A description of the fifth-generation Penn State/NCAR

mesoscale model (MM5). NCAR Technical Note, NCAR/TN-398+STR, 121pp.

Klemp, J. B., 1987 : Dynamics of tornadic thunderstorms. *Ann. Rev. Fluid Mech.*, **19**, 369~402.

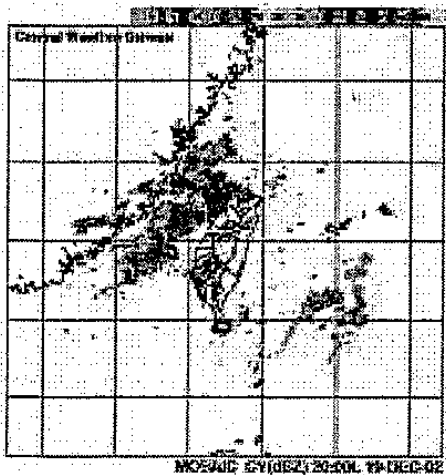


圖 1：中央氣象局所提供 2002 年 12 月 19 日 12Z 雷達回波合成圖。

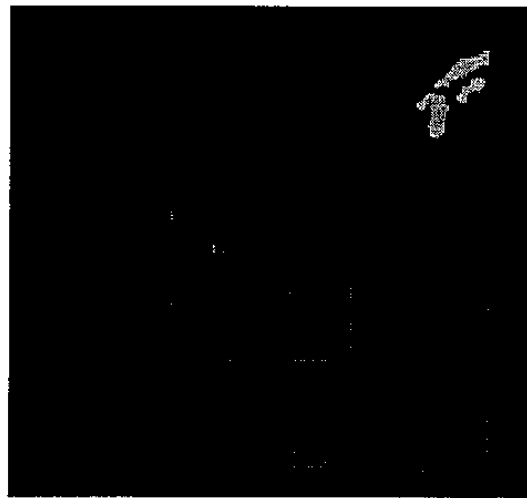


圖 2：MM5 模式模擬的範圍。

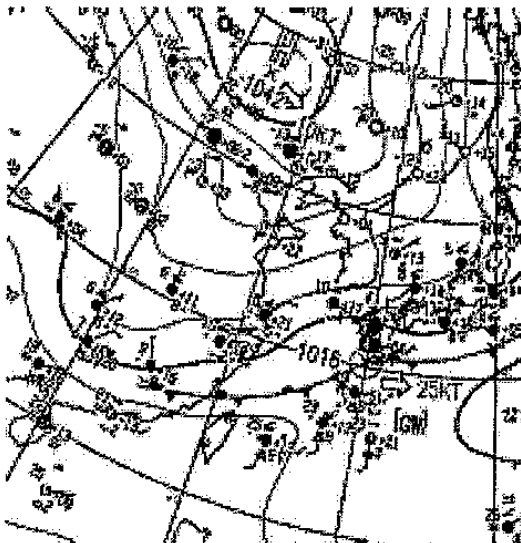


圖 3：2002 年 12 月 19 日 00Z 地面天氣圖。

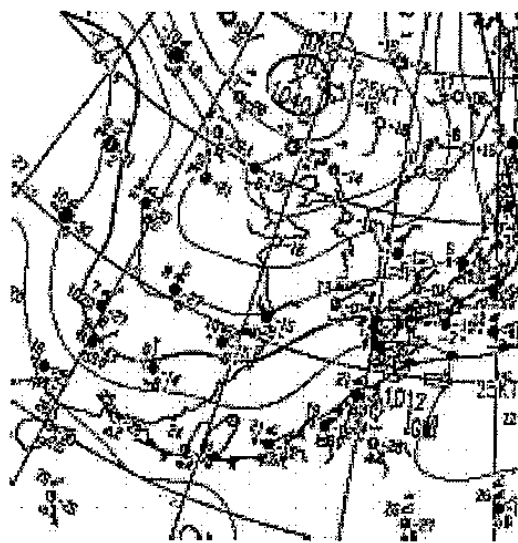


圖 4：2002 年 12 月 19 日 00Z 地面天氣圖。

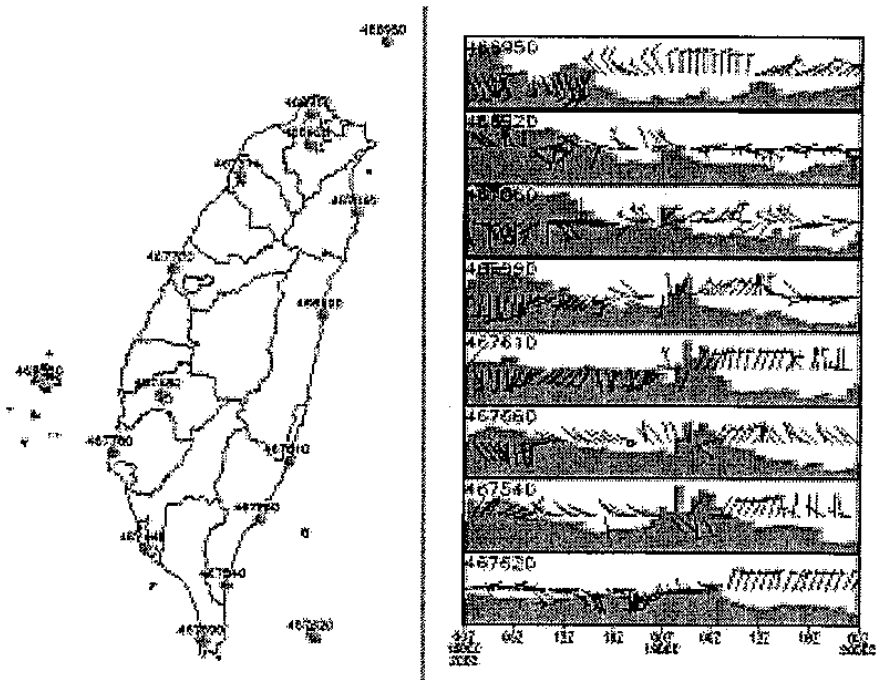


圖 5：(a)台灣地區測站分佈圖（部份）。(b)東部 8 個測站風場、溫度時序圖。從北到南八個站分別為彭佳嶼、台北、蘇澳、花蓮、成功、台東、大武、蘭嶼。

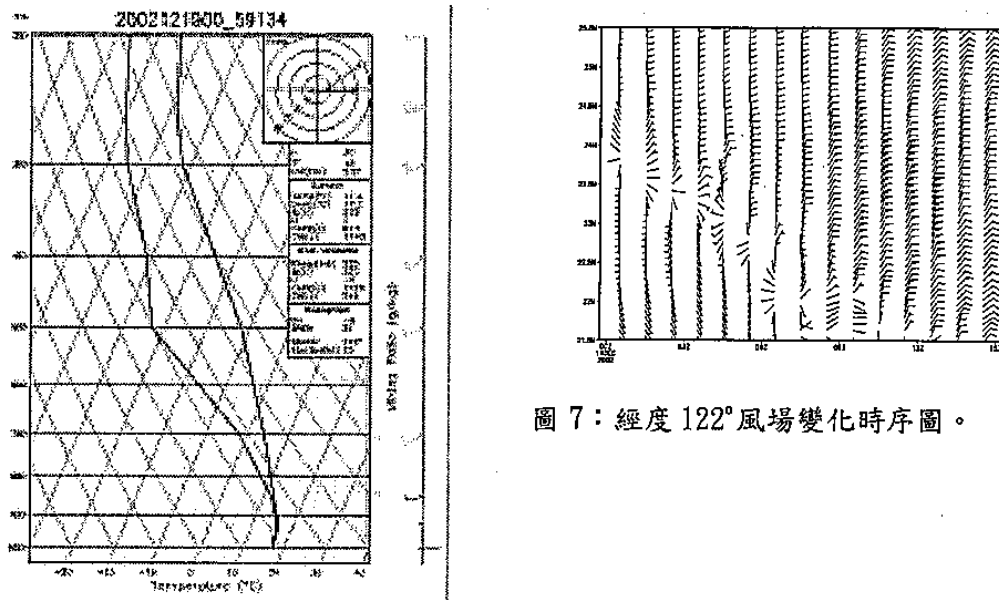


圖 6：FGGE 探空 2002 年 12 月 19 日 00Z 於測站 59134 的斜溫圖。

圖 7：經度 122° 風場變化時序圖。

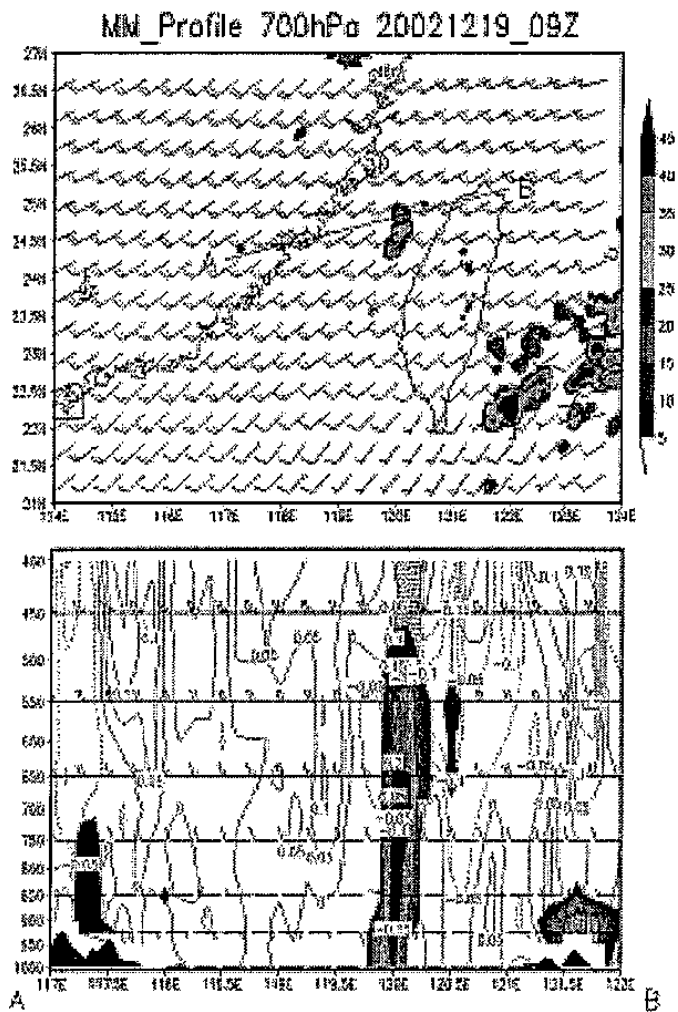


圖 8：2002 年 12 月 19 日 09Z (a) 700hPa 水平風場與回波圖。(b)為 a 中 AB 線之剖面垂直速度與回波圖。