

SCSMEX 期間鋒前對流系統之壓力場反演

陳書筠 劉清煌

中國文化大學大氣科學系

摘要

在南海季風實驗計畫觀測期間經常發現於鋒面前緣有對流系統生成，本研究利用 NASA 之 TOGA 雷達與 BMRC 之 C-POL 雷達針對 1998 年 5 月 15 日 0630UTC 至 0730UTC 於鋒面前緣生成之對流系統進行雙都卜勒風場分析，發現此對流系統整體移動方向與低層環境風場方向一致，個別對流胞沿垂直風切方向伸展。本研究利用雙都卜勒雷達資料針對此個案進行三維氣壓場反演 (Pressure Retrieval)，發現低壓擾動與強回波值處亦即對流最強位置一致，垂直氣壓梯度力方向與垂直運動一致，另外水平渦度將可以有效率的將低層空氣帶到高層，顯示此系統正在急速發展。

一、前言

東亞夏季季風為北半球最顯著的季風環流系統之一，南海季風為東亞季風肇始之地，也為中緯度鋒面系統與熱帶擾動系統交界區，在 5、6 月南海季風肇始期間，常有中尺度對流系統在此生成發展，但礙於海上資料收集不易對此對流系統鮮有深入研究探討，故於 1998 年 5、6 月於南海地區展開季風實驗計畫 (SCSMEX)，進行兩個月的密集觀測，收集高解析度的資料，以期深入瞭解季風肇始期間伴隨之中尺度對流系統。針對 5 月 15 日對流系統之風場結構及移動情形，我們曾有深入探討 (陳, 1999 與 Liu and Chen, 2000) 發現對流系統在移動及回波發展與低層氣流與中高層之風切有密切關係。其不穩定機制仍在探討之中，本文就此個案進一步分析。

二、資料來源與研究方法

本研究利用南海季風實驗計畫期間密集觀測往的觀測資料，計有實驗三號上 NASA 之 TOGA 雷達與東沙島上 BMRC 之 -POL 雷達所組成之雙都卜勒雷達網、中央氣象局之

地面測站資料、探空資料、東沙島以及實驗三號的探空資料、雨量資料。本研究個案期間自 1998 年 5 月 15 日 0630UTC 至 0730UTC 每 10 分鐘一個立體掃描，共有 15 個仰角。所觀測到的都卜勒雷達資料，利用 NCAR 之 SOLO、REORDER、CEDRIC 對都卜勒雷達資料之風場與回波場偵錯、除錯、風場反摺、資料內插與雙都卜勒風場合成，之後利用 Roux (1993) 求得三維之壓力場。

三、縱觀分析

1998 年 5 月 15 日 0630UTC 至 0730UTC SCSMEX 觀測期間發現於鋒面前緣有線狀排列之對流系統生成，此系統向東北方向移動，到了 0730UTC 以後與鋒面合併。首先探討本個案之綜觀環境場，圖一為 15 日 00UTC 之地面天氣圖，可以清楚看到鋒面位於台灣海峽上延伸至南海北部，我們相信鋒面在此提供不穩定機制，對此系統的生成發展扮演舉足輕重的角色。15 日 0600UTC 實驗三號船上探空風場以及 15 日 0700UTC 之雙都卜勒雷達合成風場之相對系統運動之風徑圖 (圖二)，此風徑圖近似直線與對流胞發展延伸方

向相當一致。如圖所示垂直風切是東南向，而此對流系統發展方向平行於垂直風切方向（未附圖），顯示垂直風切對此系統的發展有重大影響，但也由於垂直風切相當大，使得此系統發展高度與生命期受限制。此外由 15 日 0600UTC 實驗三號探空資料顯示（未附圖）之探空資料顯示當時的可用位能為 2854.2joul/kg，而低層之相當位溫在低層至 700mb 高度附近呈現遞減，顯示低層大氣是處在對流不穩定的狀態下，加上鋒面的舉升作用使得該區之對流系統處在一個極不穩定狀態之下。

四、壓力場反演

為進一步探討此系統的動力結構，本文利用雙都卜勒風場及 Roux (1993) 三維氣壓場之反演求得三度空間之擾動氣壓場。圖三為 15 日 0700UTC 的等值線為 0.5 公里與 3.5 公里之水平擾動壓力場與擾動溫度場，分別疊加上回波場與垂直速度場。如圖所示在 0.5 公里低壓所在位置與低層輻合區相當一致，此輻合區亦為上升區之所在位置。另外低壓中心位於對流胞之西北方，使得低層風由東南指向西北。水平氣壓梯度與低層氣流方向一致在對流胞後緣產生輻合。3.5 公里高度時低壓區與強回波位置相當一致，且最大上升運動恰好位於強回波中心。

圖四為平行於圖三之線狀排列對流系統的垂直剖面，圖中東北方向為氣流輻散區，風場也相對較弱有較高的擾動壓力場存在，在 $X=3$ 公里處有最大的上升運動，將氣流往後帶入對流胞內，到 $X=-15$ 公里處在下沈。最大垂直速度分佈於回波值最強處，此垂直速度與氣壓梯度也相當的一致性。

圖五為平行於垂直風切方向的垂直剖面，此圖與圖四之結果相當一致，但在對流胞下游區域為高壓區，此高壓之存在迫使氣

流在低層有迴流現象。壓擾動位於對流胞最強回波中心。

五、結論

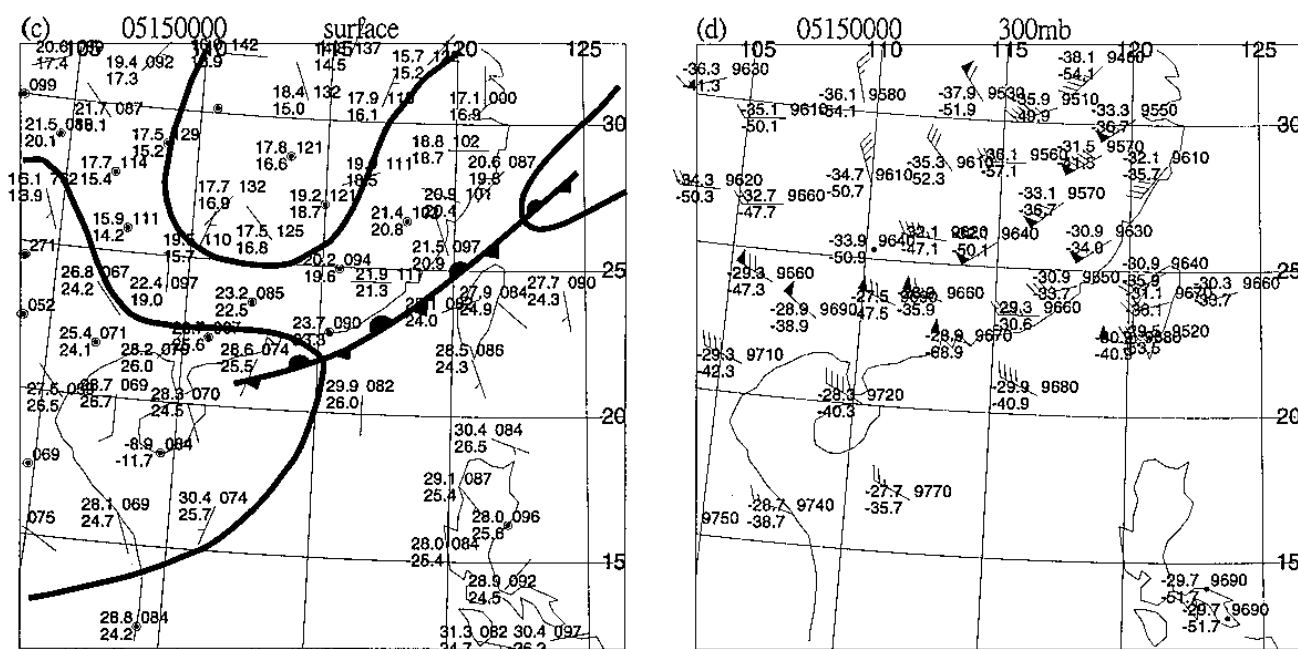
1998 年 5 月 15 日 0630UTC 至 0730UTC 於鋒前有線狀排列的對流系統生成，此系統沿低層風的方向移動，垂直風切方向延伸發展。低壓擾動與強回波值處亦即對流最強位置一致，垂直氣壓梯度力方向與垂直運動一致。在對流胞下游區域存在一擾動高壓，導致低層氣流產生迴流現象。

誌謝

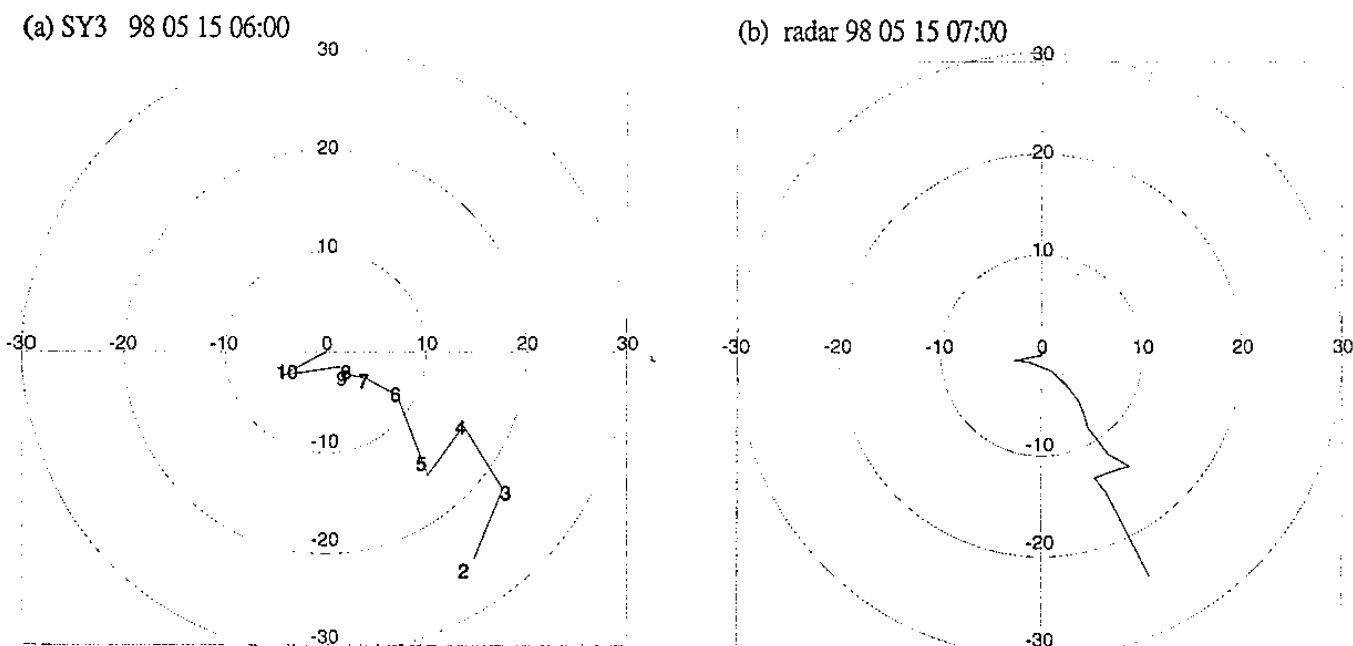
感謝南海實驗計畫工作群之資料提供，本研究由國科會計畫 NSC-89-2111-M-002-AP7 資助，研究設備由中國文化大學大氣科學系提供。

參考文獻

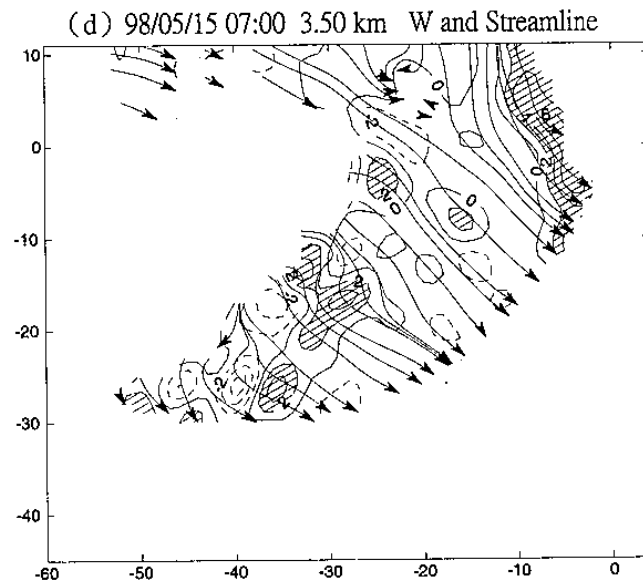
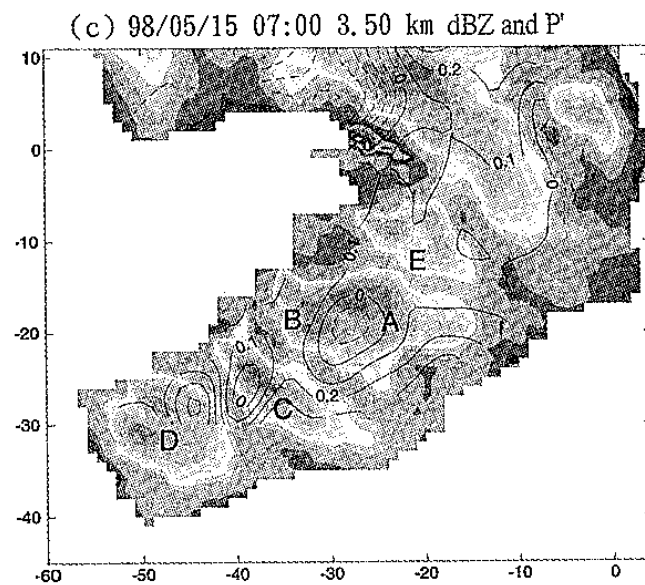
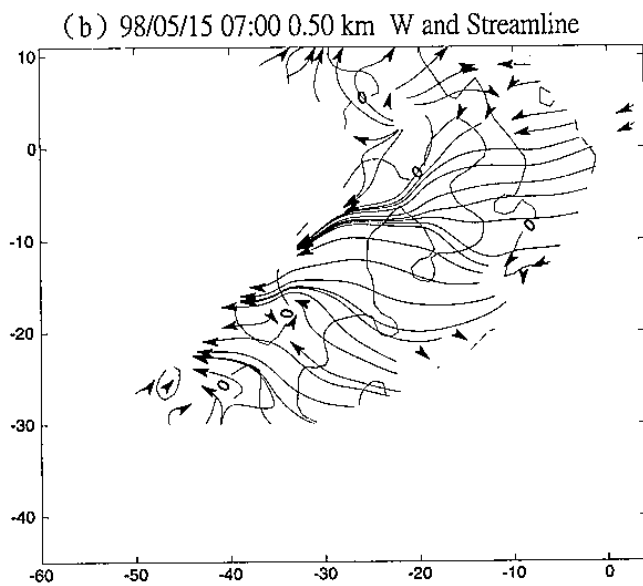
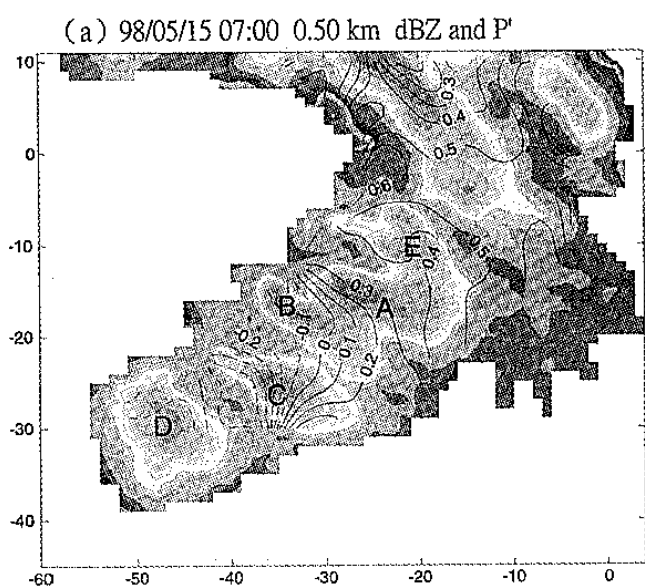
- 陳書筠，1999：南海地區中尺度對流系統之研究-雷達資料分析。中國文化大學地學研究所大氣科學組碩士論文。
- Liu, Ching-Hwang, and Shu-Yun Chen, 2000: Shear parallel convective system observed during SCSMEX-Doppler Radar Analysis. International Conference on Mesoscale Convective Systems and Heavy Rain in East Asia. P105-110.
- Roux, F., V. Marècal, and D. Hauser, 1993: The 12/13 January 1988 narrow cold-frontal rainband observed during MFD/FRONTS 87. Part I: Kinematics and thermodynamics. *J. Atmos. Sci.*, **50**, 951-974.



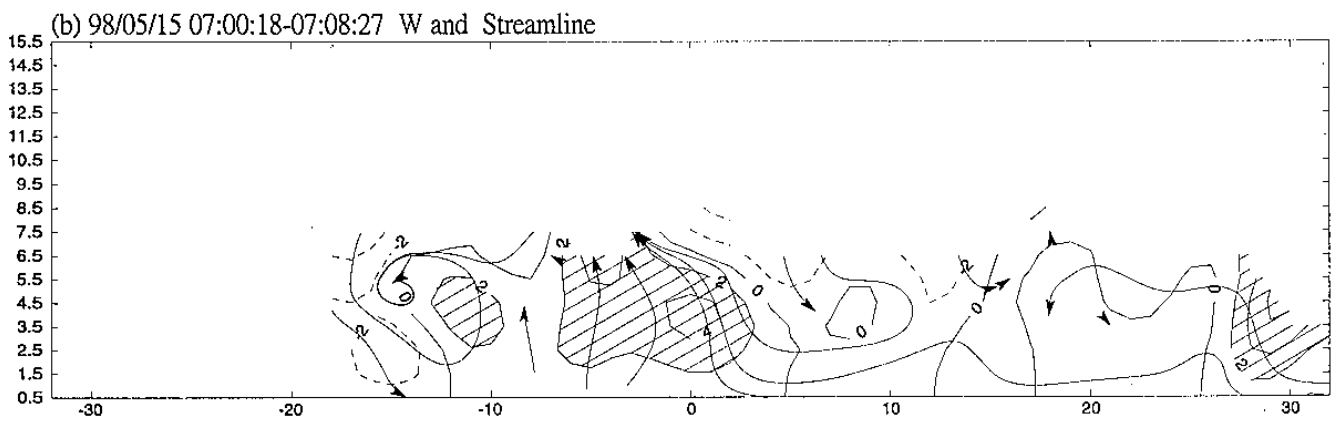
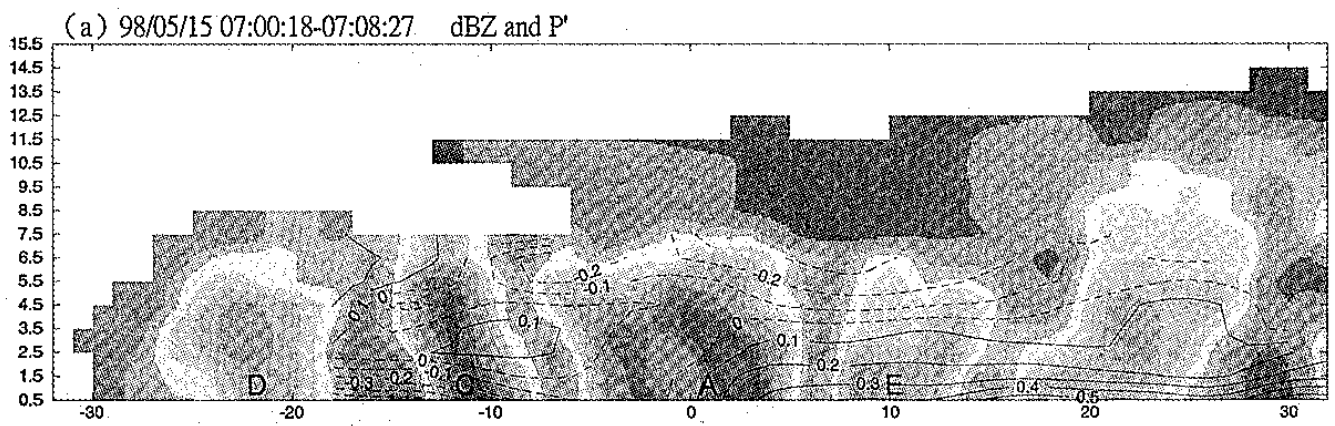
圖一：1998年5月15日0000UTC之地面與高空流場分析。



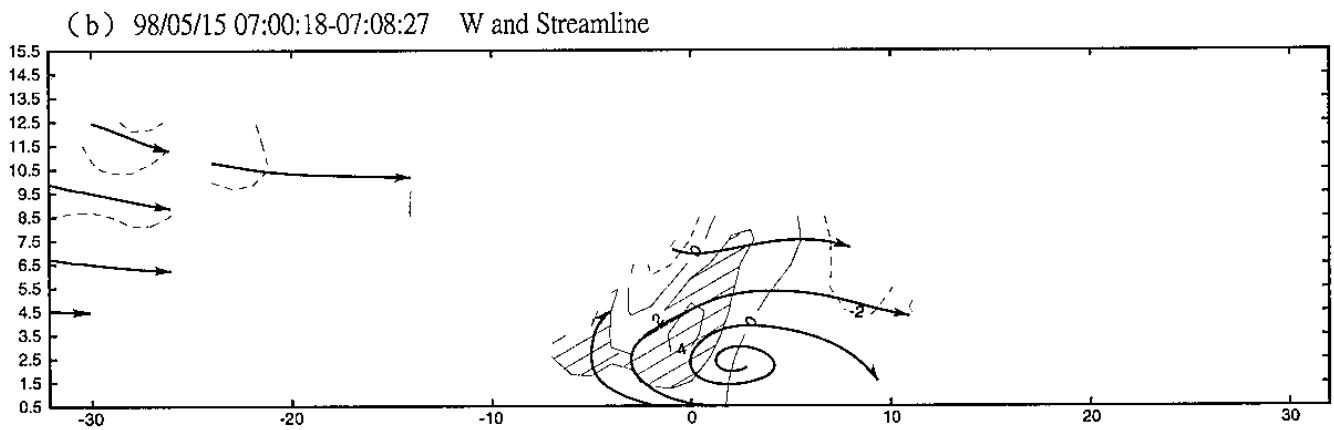
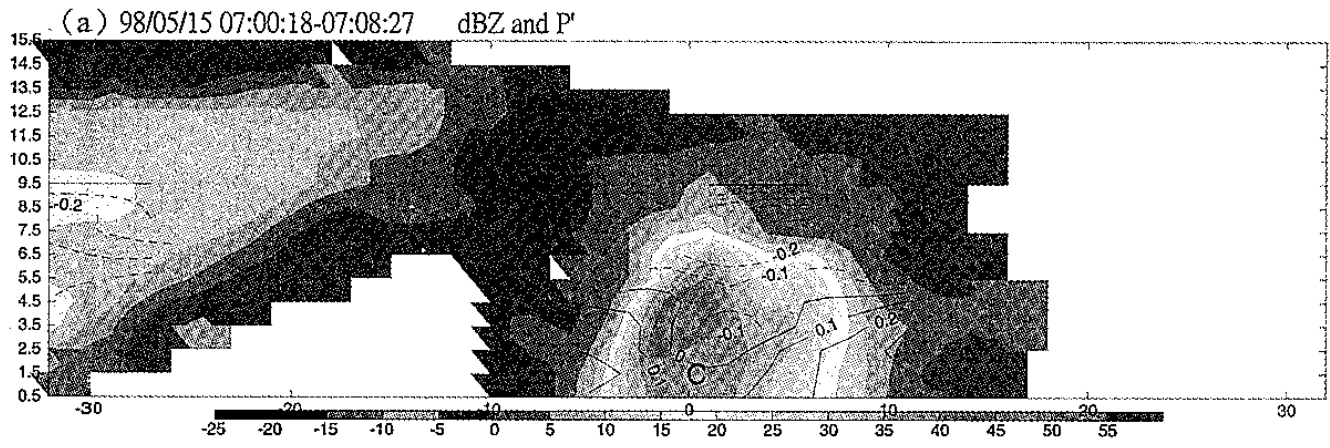
圖二：相對於系統運動之風徑圖 (a) 實驗三號船上探空資料之風徑圖，
(b) 雙都卜勒風場之風徑圖。



圖三：1998年5月15日0700Z之(a) 高度0.5公里之擾動壓力場疊加上C-POL雷達回波場。A、B、C、B、E為對流系統內的5個對流胞。(b) 高度0.5公里之流線場疊加上垂直速度場，實線為正直、虛線表示負值，斜線部分為垂直速度大於2m/s。(c) 同(a)但高度為3.5公里。(d) 同(b)，但高度為3.5公里。



圖四：1998年5月15日0700Z之平行於對流系統之垂直剖面，(a) 等值線為擾動壓力場疊加回波場，(b) 相對系統運動之流線疊加垂直速度場，實線為正值，虛線為負值，垂直速度大於2m/s以斜線表區。



圖五：1998年5月15日0700Z垂直於線狀對流系統之垂直剖面 (a) 擾動壓力場疊加上回波場
 (b) 相對系統運動之流線場疊加上垂直速度場，實線為正值，虛線為負值。