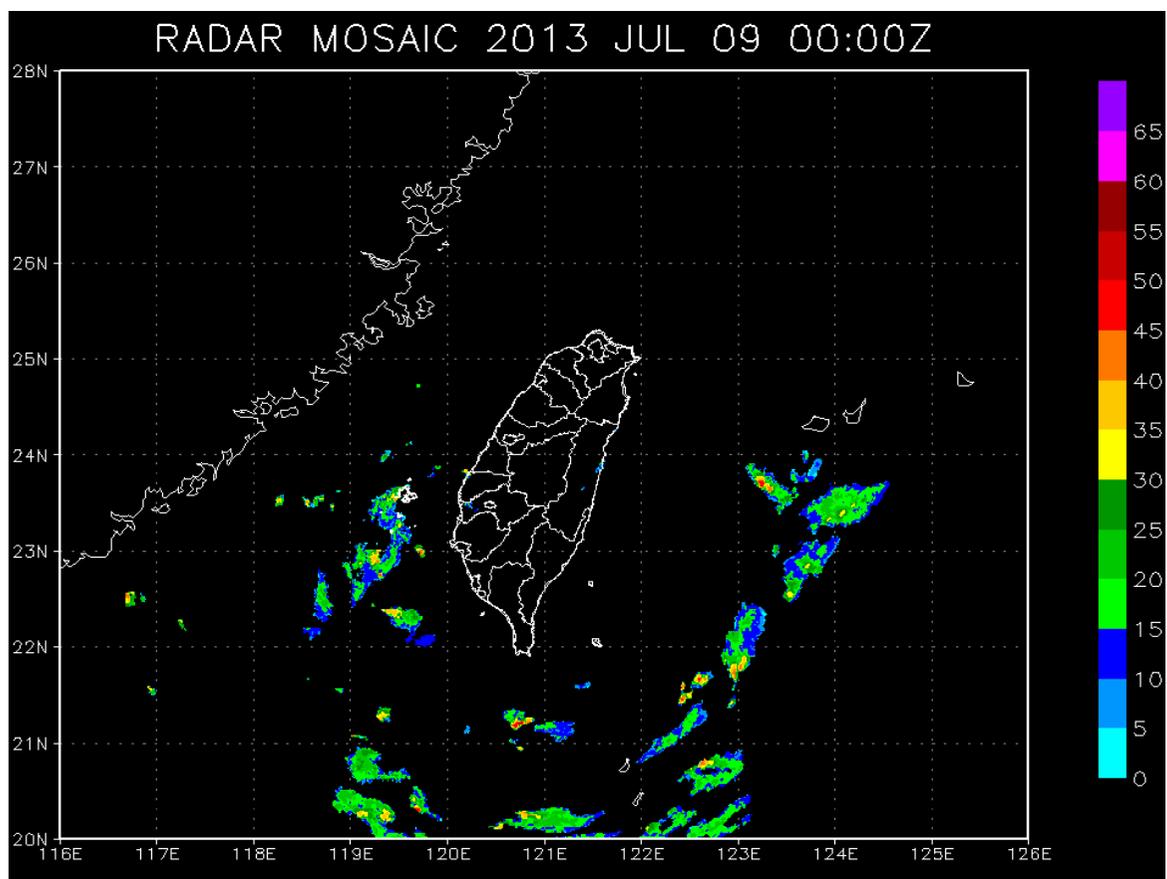
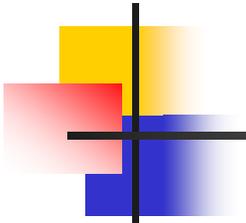


台灣南部地區午後對流系統個案研究

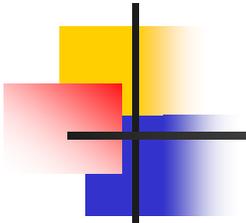
宋偉國 朱宗良 石琦堅





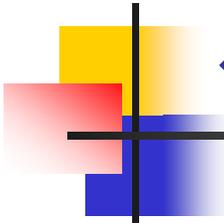
大綱

- 前言
- 資料處理簡介
- 個案分析
- 結論



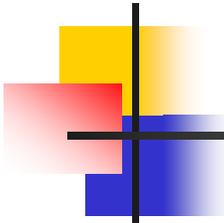
◆ 前言

台灣位於亞洲季風區，5月中至6月中為梅雨期，梅雨期往往伴隨顯著豪大雨，7月以後，除了西南氣流帶來顯著降水外，此時太平洋高壓發展旺盛，台灣進入高壓勢力範圍，高壓下沉氣流不利於對流發展，只有偶而零星生命期短的午後雷陣雨發生，唯部分午後雷雨生命期可以超過幾小時，2013年7月9日在台南地區發生午後雷雨個案，持續時間長達4小時，且該對流系統發生在台灣西部各城市，顯示有中尺度過程提供對流系統激發機制，過去研究顯示台灣海陸對比形成的海風，遇



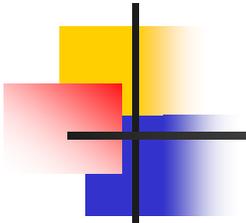
◆前言（續）

到地形後，可能利於對流發生，另外，西南季風及邊界層效應亦可能交互作用顯著，使台灣夏季仍可能產生複雜多重天氣系統交互作用（宋等[1]、[2]、[3]），本文目的即透過此個案研究，探討綜觀環境與中尺度過程對該對流系統所扮演的角色。



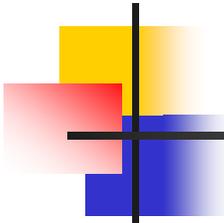
◆ 資料處理簡介

本文探討台南地區對流發展過程，在資料處理方面，觀測資料引用地面資料與高空資料，分析綜觀環境對於對流效應影響，並透過馬公與屏東探空資料分析對流舉升凝結層與自由對流層高度。亦引用環保署台南地面站資料，分析台南海陸風環流分布，對照氣象局衛星雲圖與降雨量資料，分析中尺度過程對於對流系統發展的影響性。



◆ 資料處理簡介（續）

本研究引用中尺度模式WRF3.4版，模擬對流個案，模式初始時間為2013年7月9日0000UTC，採用水平網格三層27x9x3公里解析度，模擬中尺度過程對午後雷雨發展機制。



◆ 個案分析

綜觀環境而言，由2013年7月9日0000UTC地面天氣圖顯示(圖1)， 120°E 、 30°N 以南的太平洋地區為高壓所籠罩，中國北方 110°E 以西、 40°N 以北為移動性高壓，中心僅達1011hPa，在兩高壓間存在大範圍低壓帶，此為中國大陸梅雨鋒存在區，離台灣約1000公里以上，而 140°E 、 20°N 存在蘇力颱風，距離台灣約1500公里，台灣位於副熱帶太平洋高壓勢力範圍，台灣南部地面為東南風。

圖1、2013年7月9日0000UTC地面天氣圖。

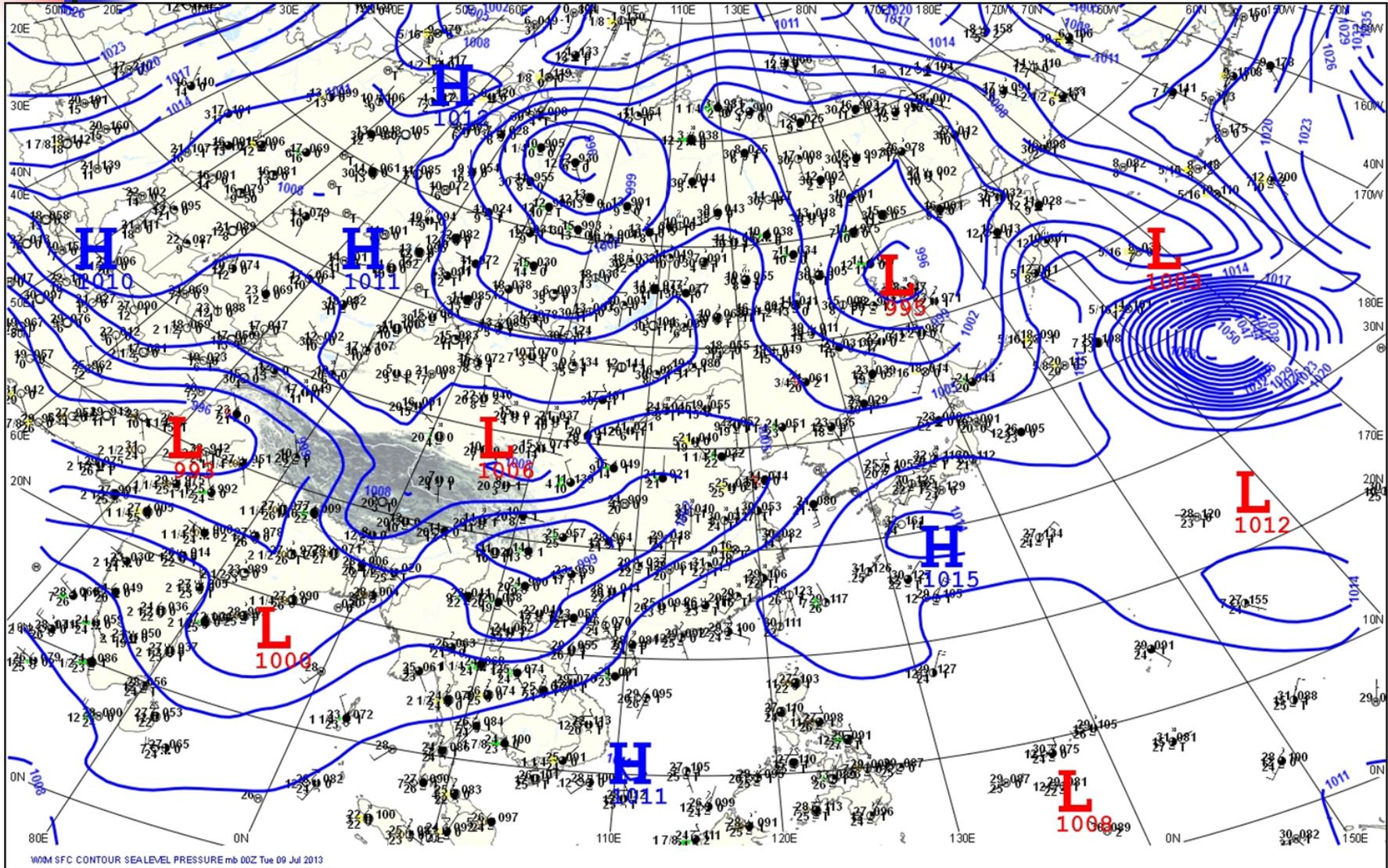


圖2、925hPa台灣西南外海附近低層大氣有水氣輻合區。

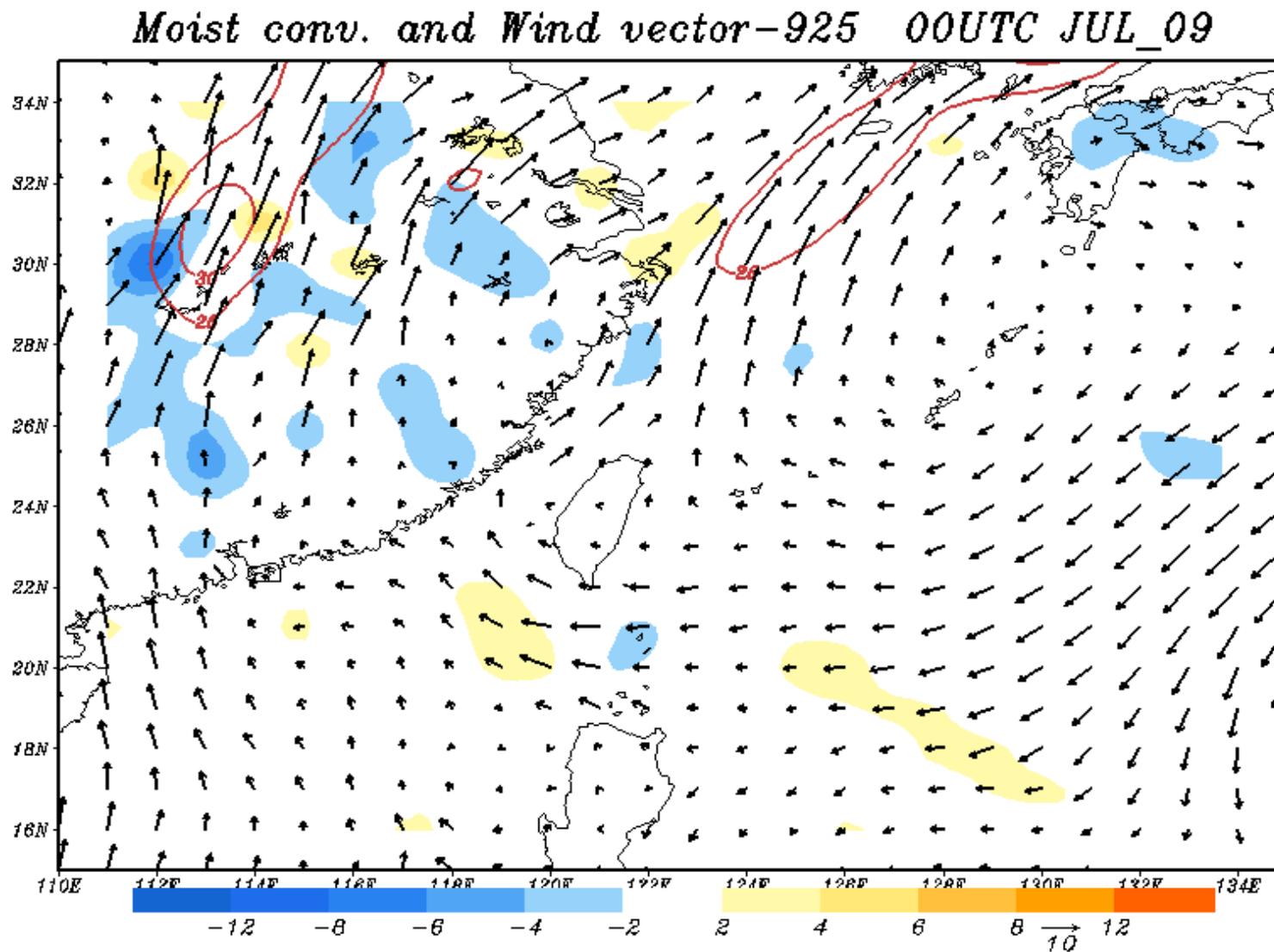


圖3、高空850hPa天氣圖顯示華南地區有顯著西南氣流，相對濕度在80%以上，台灣地區則仍為東南風區域。

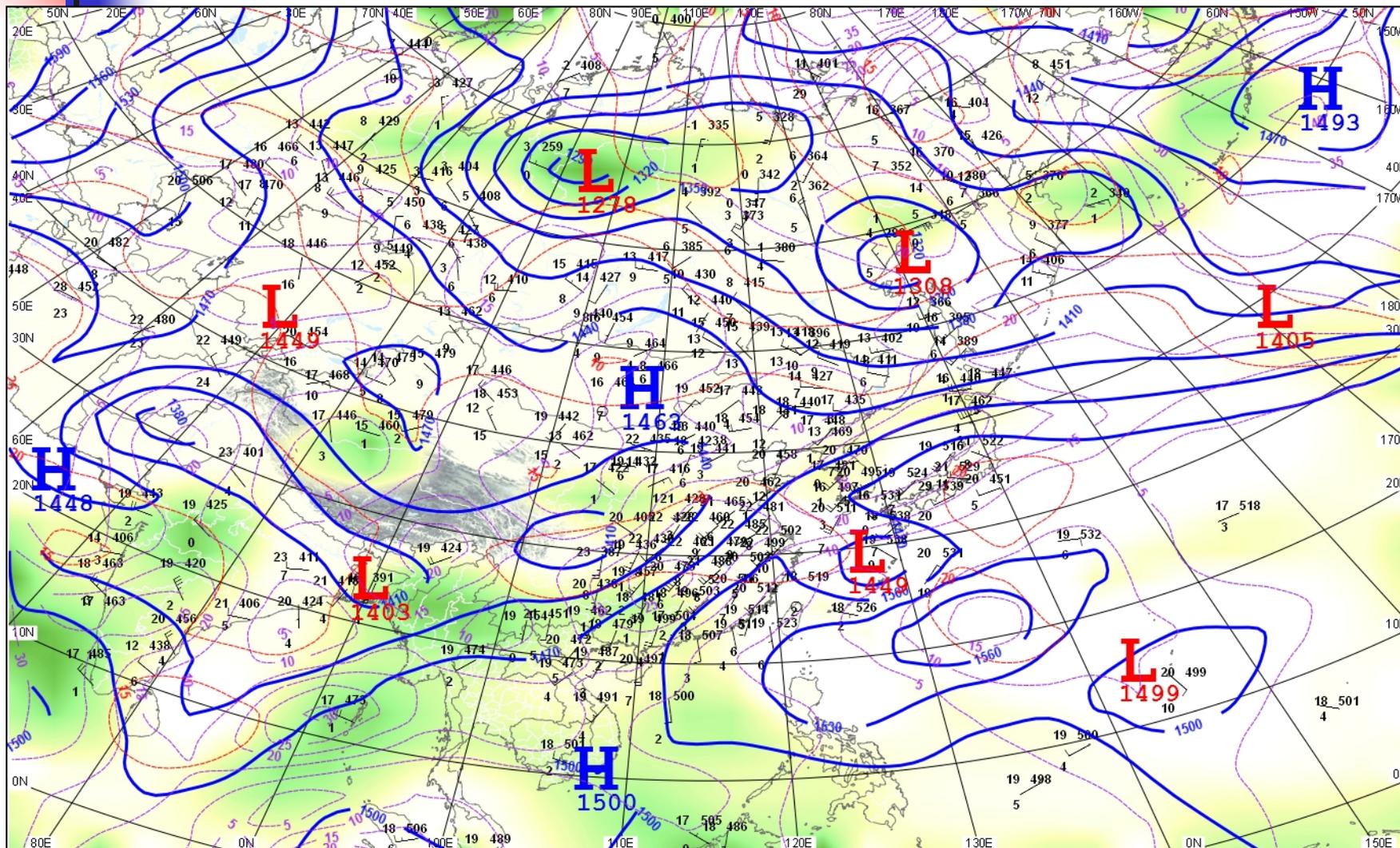


圖4、高空700hPa顯示台灣地區中南部至西南外海有明顯濕度場分布，約略70-80%。

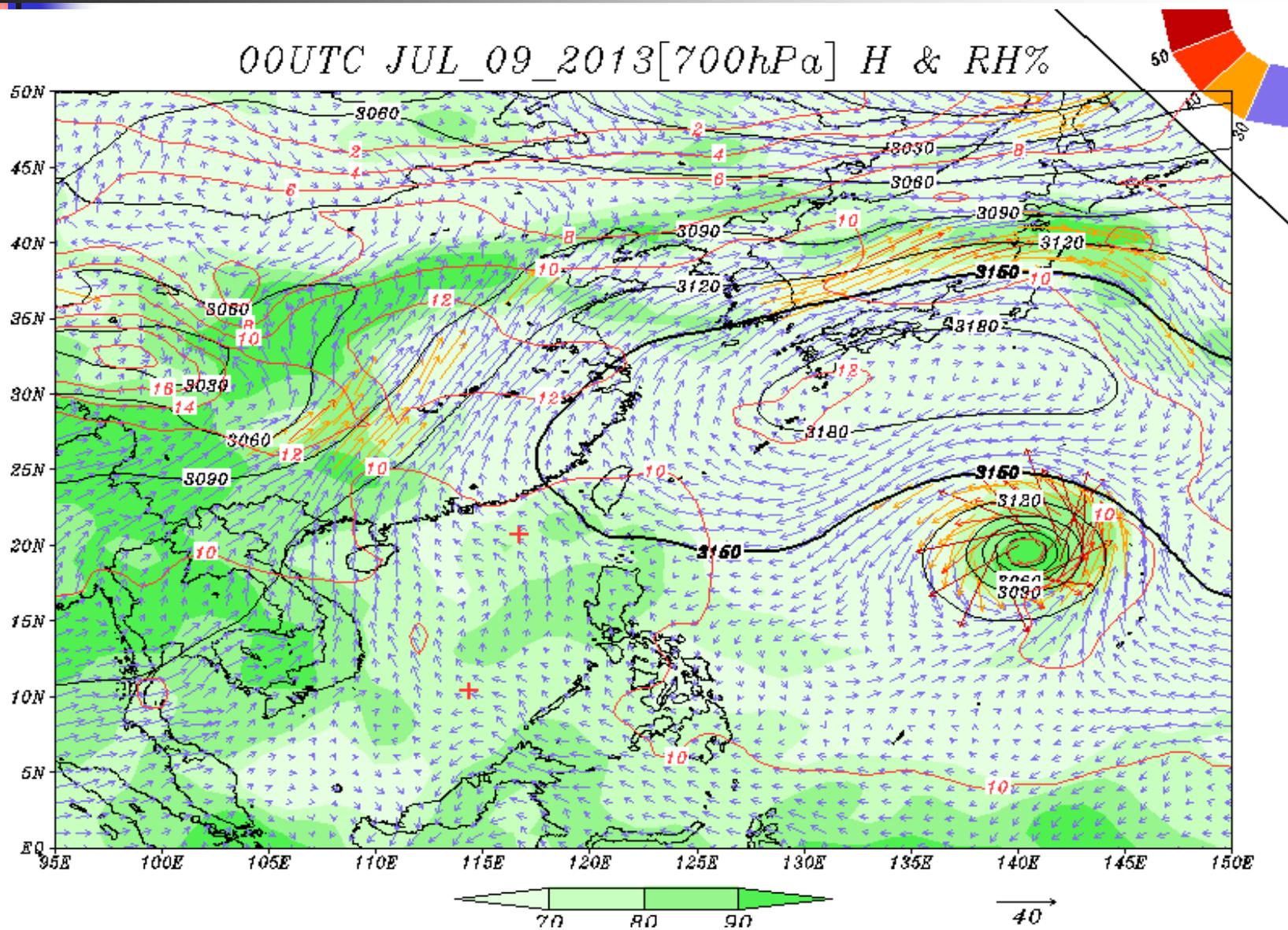


圖5、高空300hPa則噴射氣流位置過於偏北(40°N以北)，對台灣影響不大。

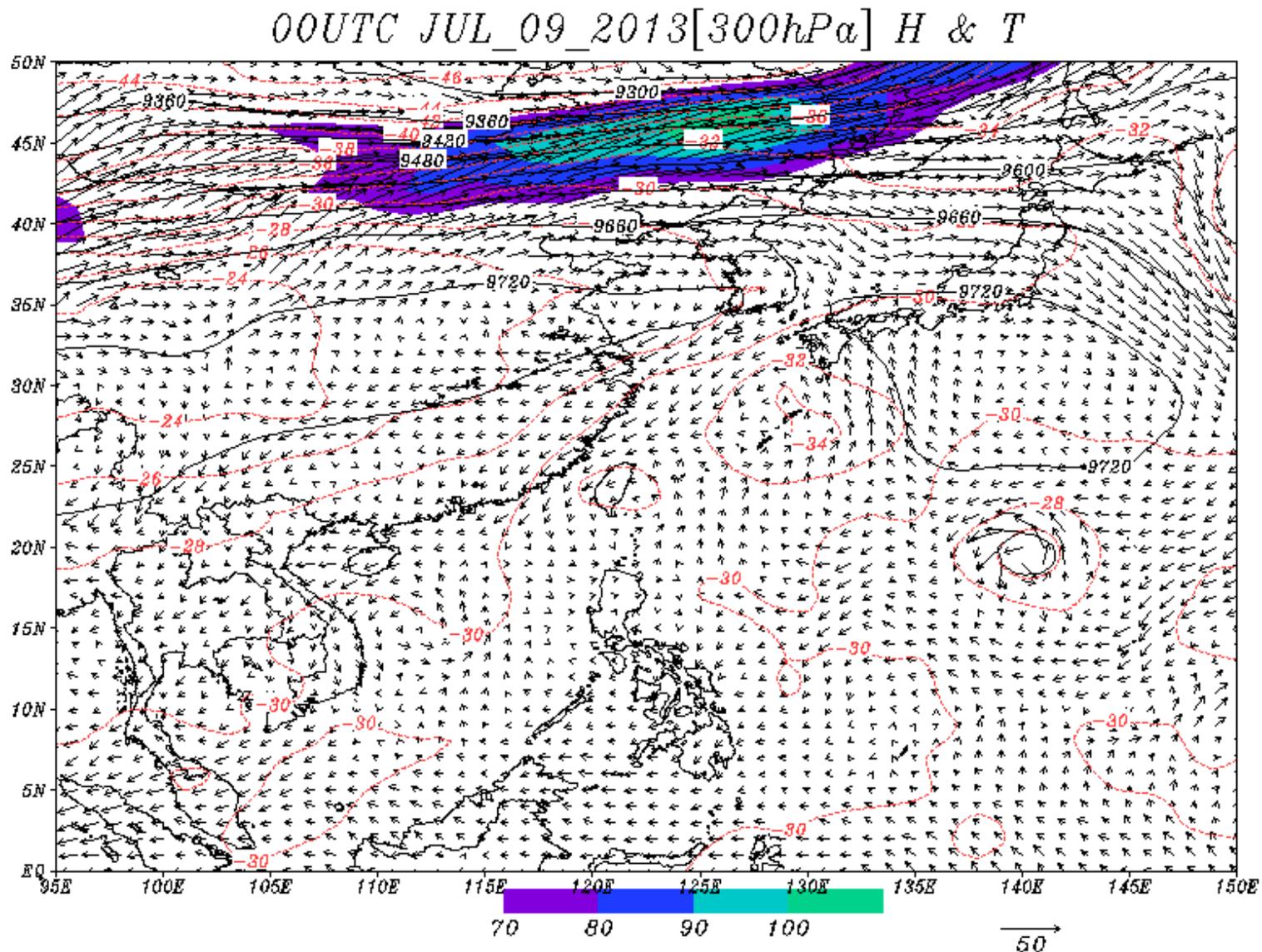
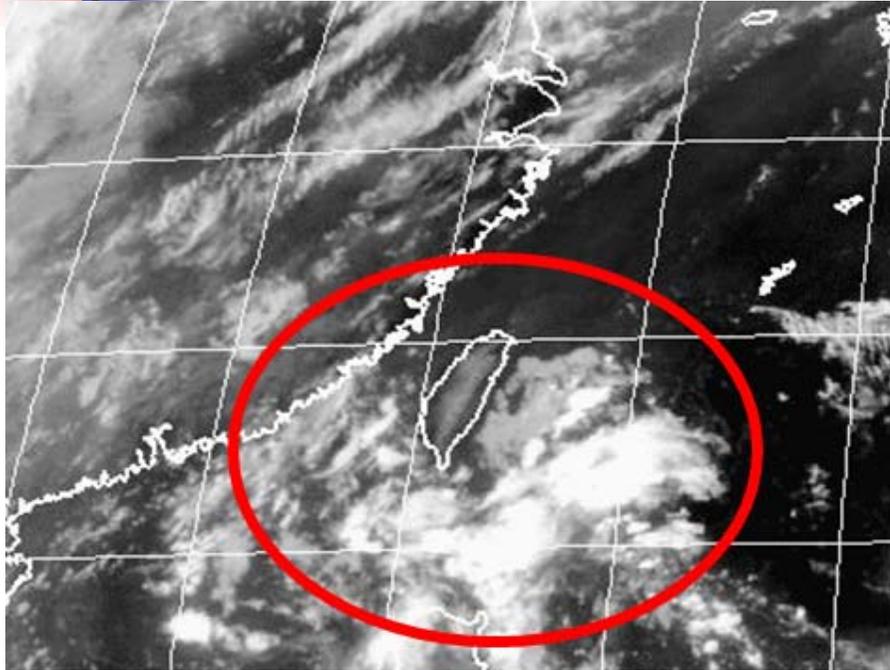
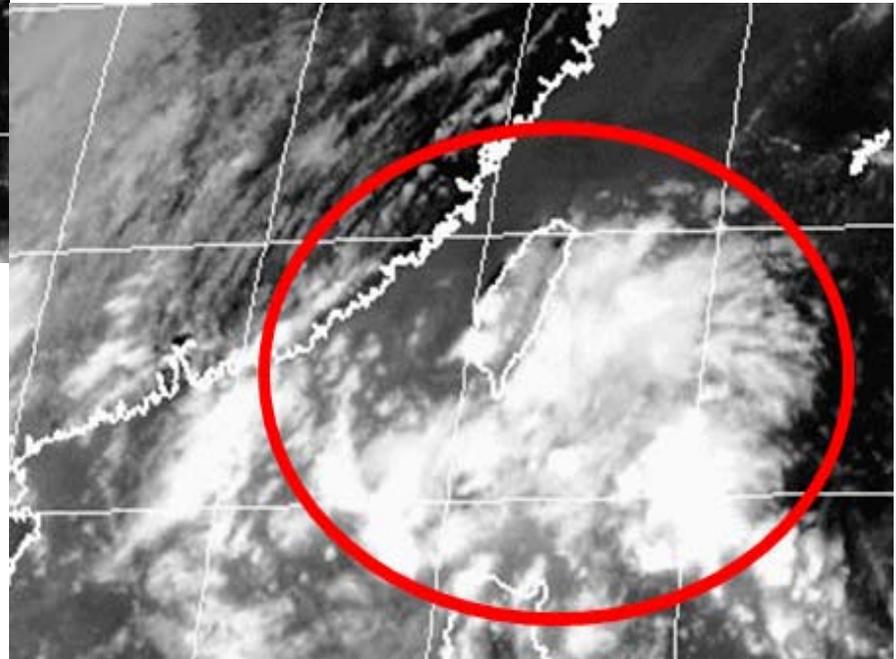


圖6、衛星雲圖顯示7月9日0800L台灣南部外海於菲律賓及太平洋地區有大範圍對流系統，1400L後中南部發展明顯對流系統。



2013年7月9日0800LST衛星雲圖



2013年7月9日1400LST衛星雲圖

圖7、天氣一覽圖。

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
RCKU	03002 1011 25 800 210 120	35002 1010 25 99 210 120	C/O 1010 25 99	C/O 1010 25 99	08002 1010 26 99	03001 1010 28 99	03001 1010 28 99	32004 1010 31 99	01005 1010 32 99	02008 1010 33 99	02009 1009 33 99	34008 1009 33 99	33008 1008 31 99	25007 1008 28 99	25007 1008 26 99	18010 1008 25 99	15005 1008 25 99	28001 1009 25 99	08003 1008 25 99	C/O 1009 24 99	13003 1010 24 99	10003 1010 24 99	09001 1010 24 99	11003 1010 24 99	
RCNN	05002 1010 26 1000 120	C/O 1010 25 99	C/O 1010 25 99	05002 1009 25 99	09003 1010 26 99	10003 1010 28 99	08005 1010 30 99	04008 1010 31 99	04008 1010 31 99	02008 1009 32 99	03008 1009 33 99	03005 1009 33 99	29010 1008 28 99	25005 1008 26 99	02011 1008 26 99	25007 1008 26 99	04007 1008 26 99	04006 1008 26 99	08007 1008 25 99	08003 1008 25 99	09003 1009 24 99	07003 1010 24 99	06005 1009 24 99	08008 1009 24 99	
RCAY	04002 1010 25 800 100	05004 1010 25 99	05003 1010 25 99	C/O 1008 26 99	13001 1010 26 99	14001 1010 28 99	13004 1010 30 99	08005 1010 31 99	04005 1010 32 99	05008 1009 32 99	34002 1009 31 99	28012 1009 31 99	24007 1009 29 99	26007 1008 27 99	05006 1008 25 99	04008 1008 24 99	03005 1008 24 99	04009 1008 24 99	04003 1008 24 99	14002 1008 24 99	C/O 1009 24 99	02003 1010 24 99	C/O 1010 24 99	12002 1009 24 99	
RCKH					02003 1010 26 99	09003 1010 27 99	09006 1011 30 99	05005 1010 31 99	05005G18 1010 32 99	36004 1010 31 99	23010 1010 32 99	21012 1010 32 99	1009 30 99	1009 30 99	1009 30 99	1008 26 99	14006 1008 26 99	1008 26 99	1009 26 99	1009 26 99	1009 27 99	1010 27 99	1010 25 99	1010 26 99	1009 26 99
RCDC	01005 1011 26 1000 100	02005 1010 26 99	01003 1010 26 99	C/O 1010 25 99	01003 1010 25 99	03003 1010 27 99	04006 1011 29 99	38005 1010 31 99	13005 1010 33 99	35006 1010 33 99	02005 1010 34 99	24009 1009 34 99	23012 1009 25 99	05014 1008 26 99	38006 1009 26 99	02008 1009 25 99	01006 1008 25 99	02007 1008 25 99	02004 1009 25 99	32003 1008 25 99	35003 1009 25 99	02003 1010 25 99	C/O 1010 25 99	C/O 1009 25 99	
RCSQ	03002 1011 25 1000 100	30002 1010 25 99	31002 1010 25 99	01002 1010 25 99	08002 1010 25 99	05004 1011 27 99	04004 1011 29 99	03005 1011 31 99	05003 1010 32 99	02003 1010 32 99	32004 1010 33 99	29005 1009 33 99	27016 1009 26 99	14012 1009 26 99	02006 1009 26 99	04006 1009 26 99	01005 1008 26 99	03005 1008 25 99	01003 1009 25 99	28003 1008 25 99	08002 1010 25 99	08003 1010 25 99	01003 1010 25 99	04002 1009 25 99	

圖8、臺南機場當日累積雨量集中在此四小時期間，累積雨量為53mm。

2013 07 09 00-24L ACCUMULATIVE RAIN.

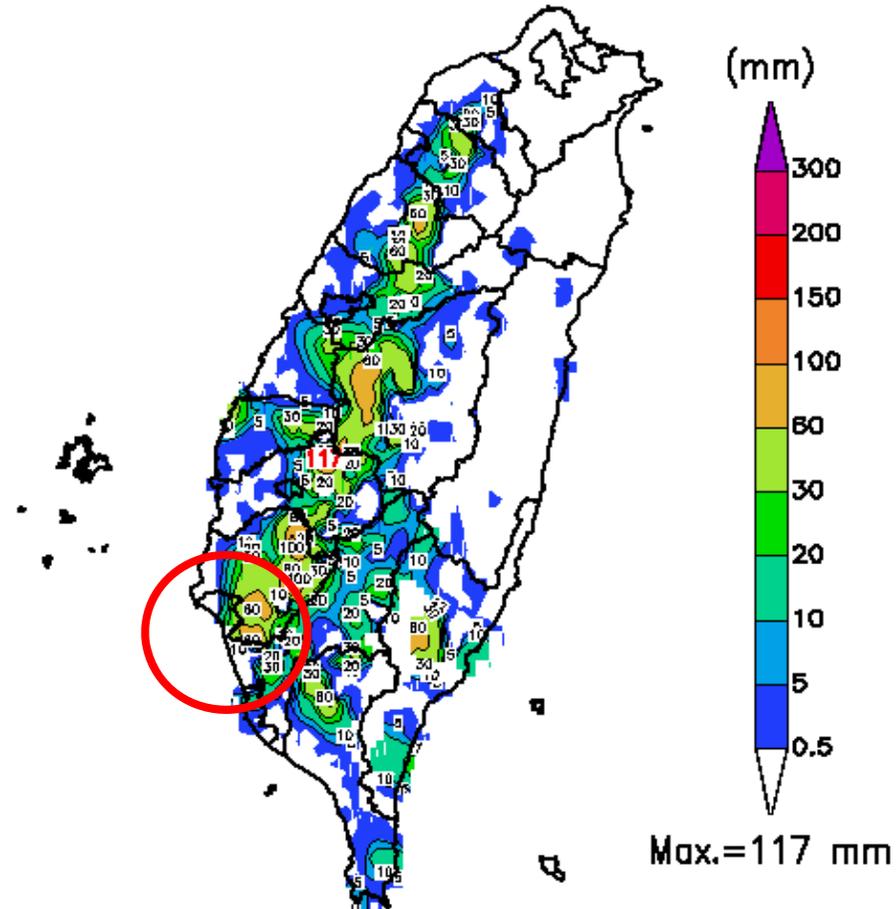


表1、對照7月8日與10日當日並無降雨。

監測年月：2013/07，測站：台南，測項：RAINFALL (mm)

日期	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
07/08	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR														
07/09	NR	13.	36.	1.2	1.2	.2.	NR	NR	NR	NR	NR													
07/10	NR	NR	NR	NR	.6.	.2.	NR	NR	NR	NR														

圖9、台南2013年7月9日地面溫度逐時分布。

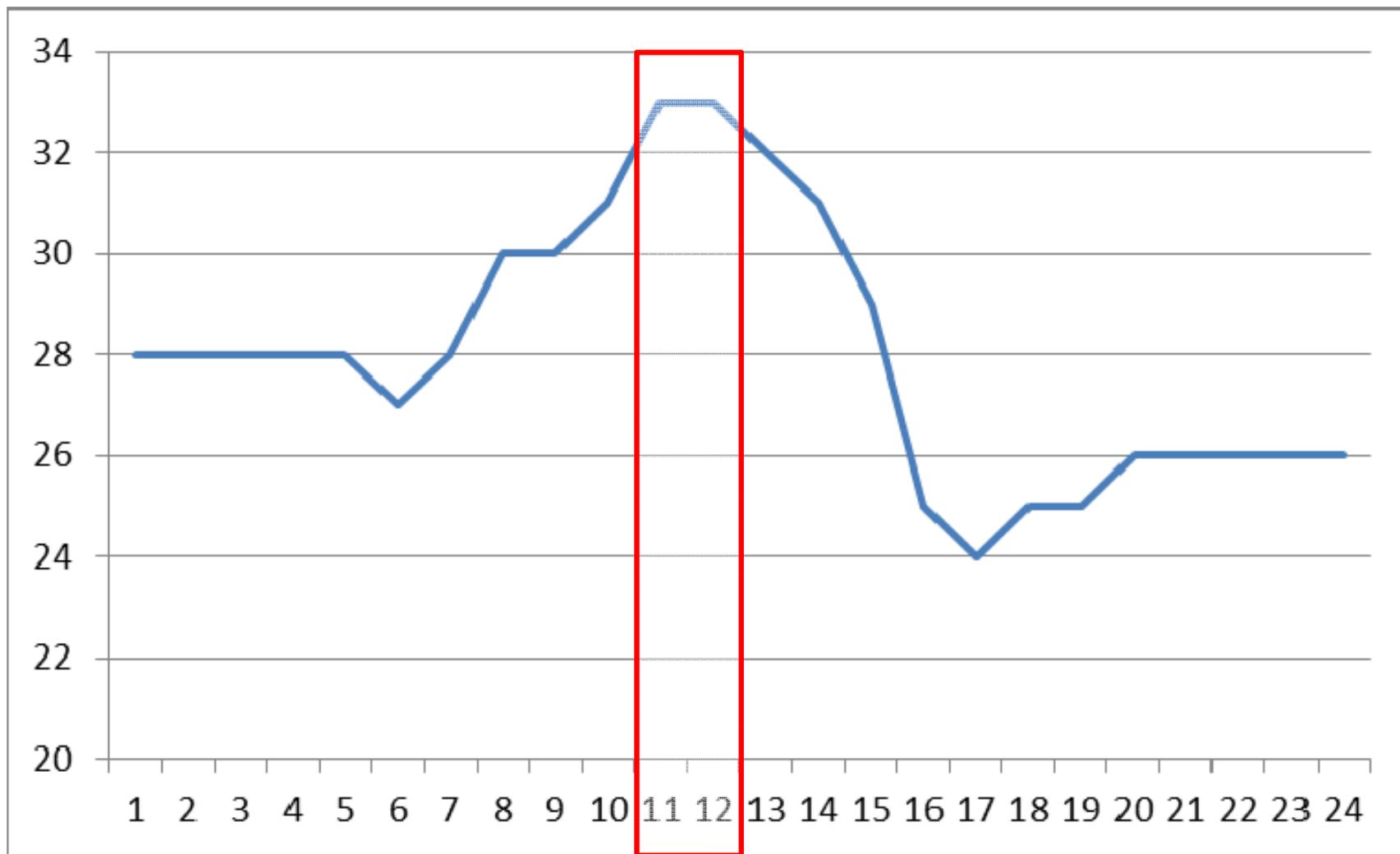


圖10、台南2013年7月9日地面風向逐時分布。

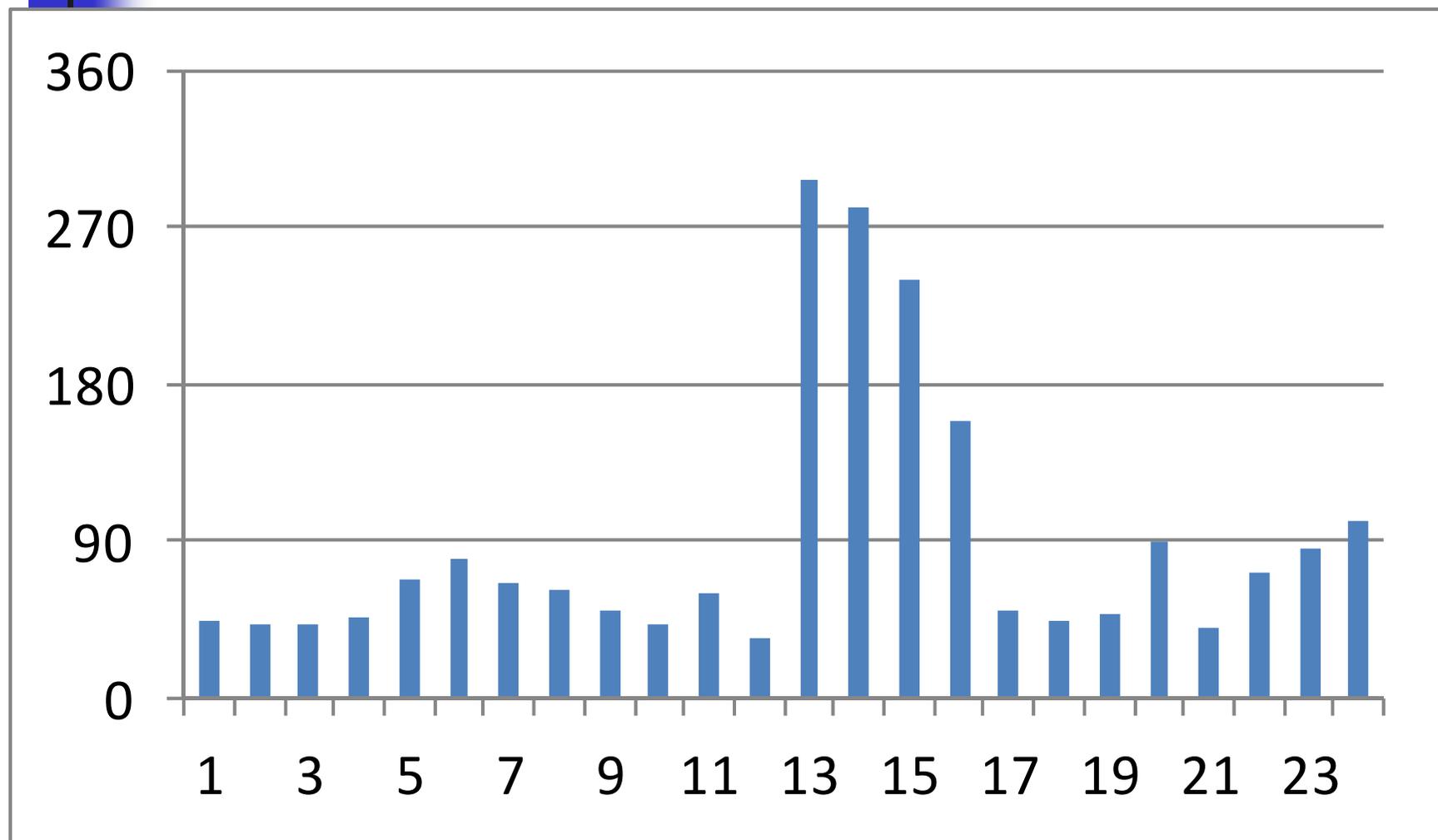


圖11、台南2013年7月9日00Z馬公探空站。

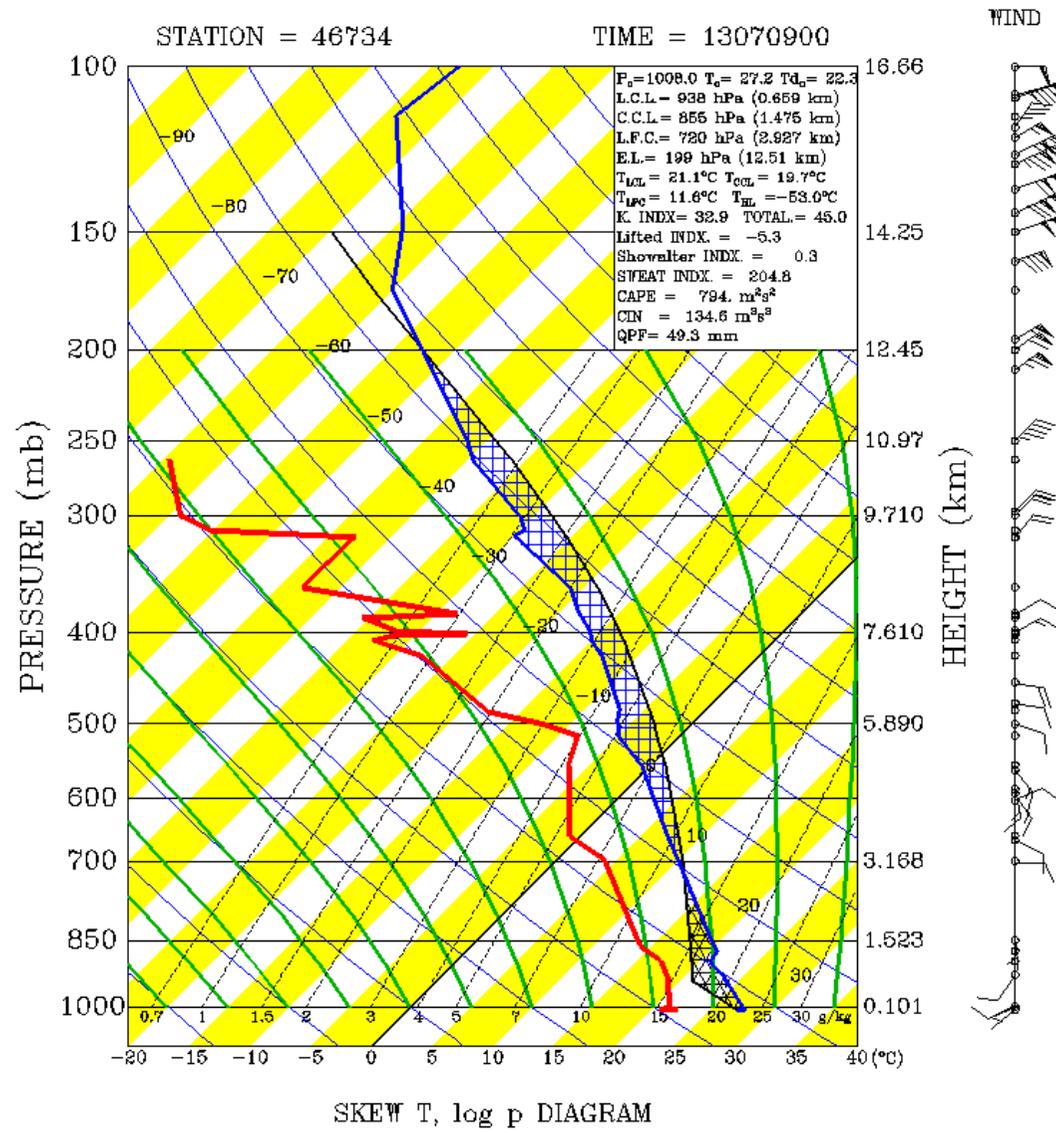
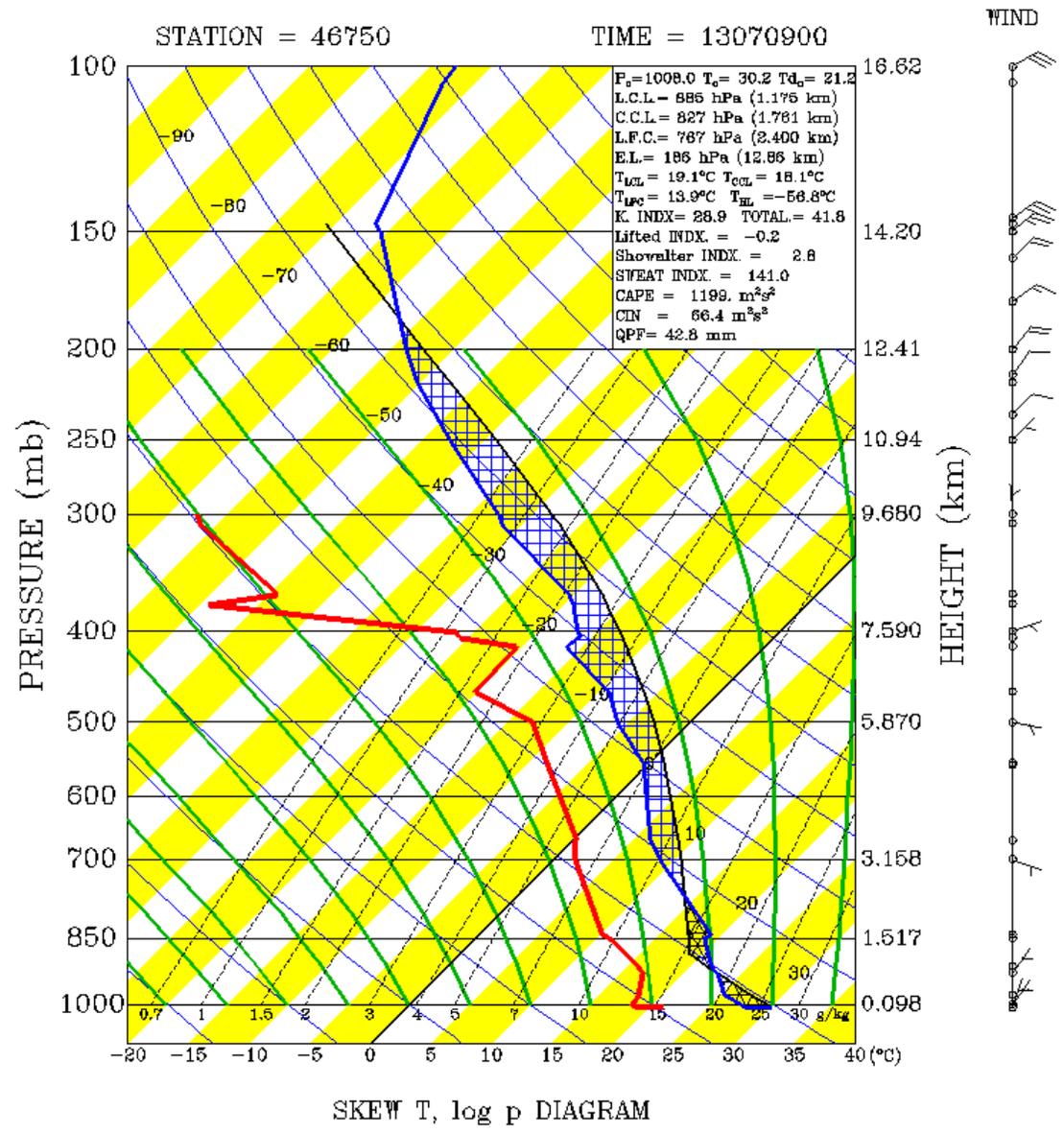
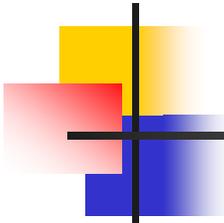


圖12、台南2013年7月9日00Z屏東探空站。





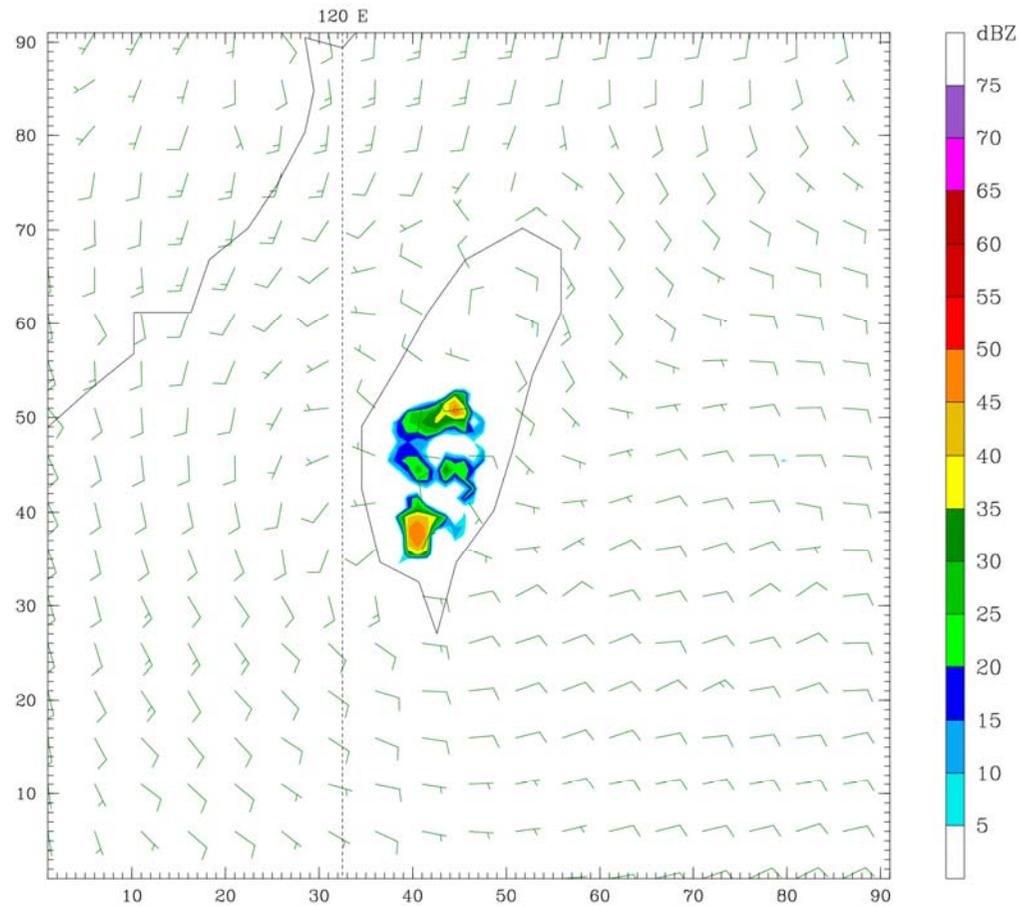
WRF模式3.4版設定

第一層網格70*70(27km)，第二層網格91*91(9km)，第三層網格61*61(3km)

- 1、雲物理(4, 4, 1)：一、二層雲滴、雨滴、冰晶、雪交互作用第三層網格Kessler scheme暖雲過程
- 2、輻射(1, 1, 1)－RRTM, Dudhia：長波輻射均用RRTM scheme，短波輻射均用Dudhia scheme
- 3、sfclay(1, 1, 1)：MM5 similarity：用Monin-Obukhov with Carlson-Boland黏滯副層及標準similarity
- 4、地面層物理(1, 1, 1)：用5層土壤處理熱擴散
- 5、邊界層(1, 1, 1)－YSU：Yonsei University scheme
- 6、積雲參數化(1, 1, 1)：Kain-Fritsch scheme

圖13a、WRF模擬2013年7月9日1400LST對流系統分布。

Dataset: 709 RIP: 709-9k Init: 0000 UTC Tue 09 Jul 13
Fcst: 6.00 h Valid: 0600 UTC Tue 09 Jul 13 (0000 MDT Tue 09 Jul 13)
Reflectivity at k-index = 27
Horizontal wind vectors at k-index = 27

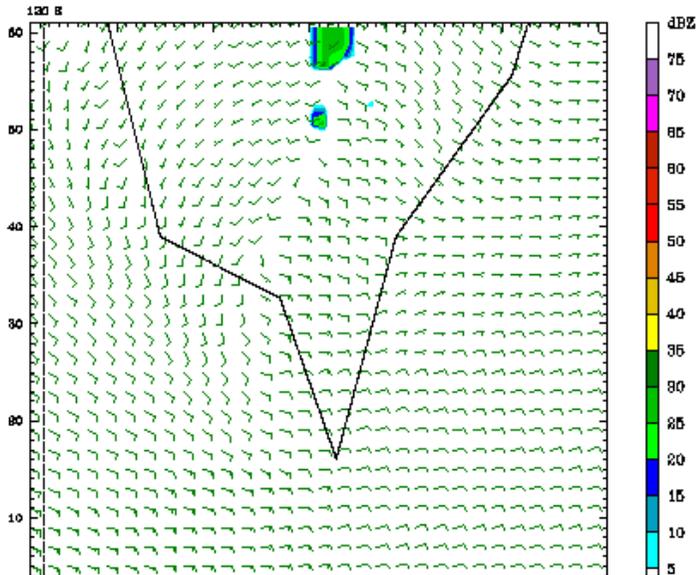


Model Info: V3.4 KF YSU PBL WSM 5class Ther-Diff 9.0 km, 27 levels, 40 sec
LW: RRTM SW: Dudhia DIFF: simple KM: 2D Smagor

BARB VECTORS: FULL BARB = 5 m s⁻¹

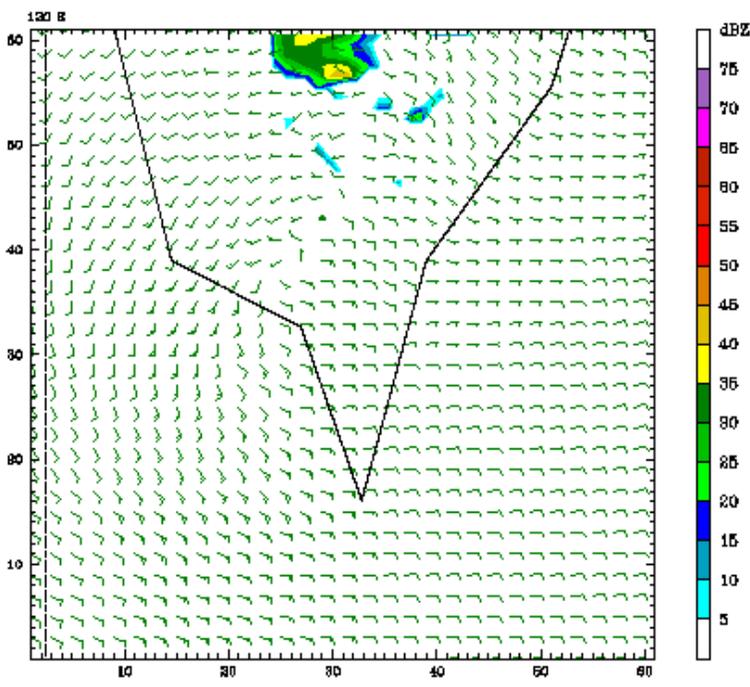
Dataset: 709 3 RIP: 709-9k Init: 0000 UTC Tue 09 Jul 13
 Fcst: 2.00 h Valid: 0300 UTC Tue 09 Jul 13 (2000 MDT Mon 08 Jul 13)
 Reflectivity at k-index = 27
 Horizontal wind vectors at k-index = 27

10L



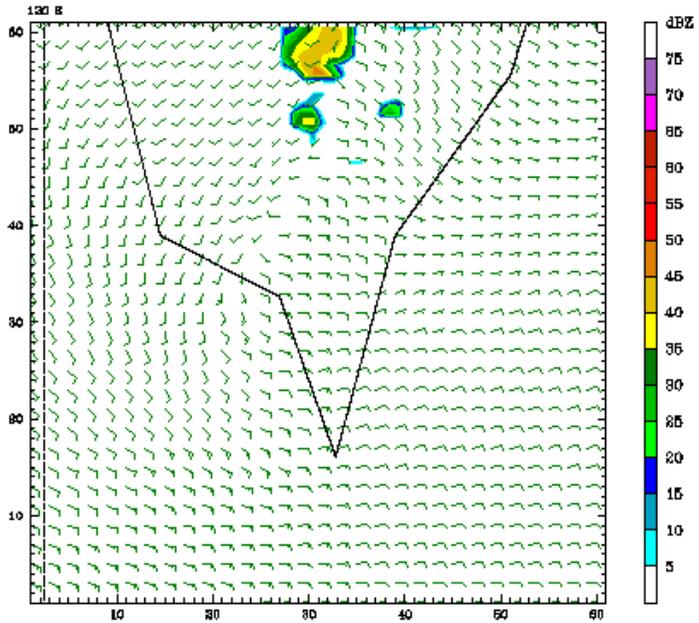
Dataset: 709 3 RIP: 709-9k Init: 0000 UTC Tue 09 Jul 13
 Fcst: 4.00 h Valid: 0400 UTC Tue 09 Jul 13 (2200 MDT Mon 08 Jul 13)
 Reflectivity at k-index = 27
 Horizontal wind vectors at k-index = 27

12L



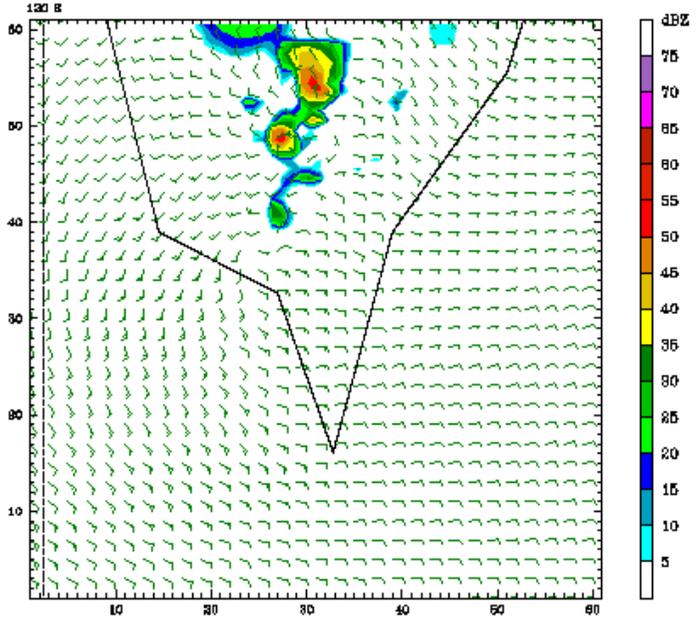
Dataset: 709 3 RIP: 709-9k Init: 0000 UTC Tue 09 Jul 13
 Fcst: 3.00 h Valid: 0300 UTC Tue 09 Jul 13 (2100 MDT Mon 08 Jul 13)
 Reflectivity at k-index = 27
 Horizontal wind vectors at k-index = 27

11L



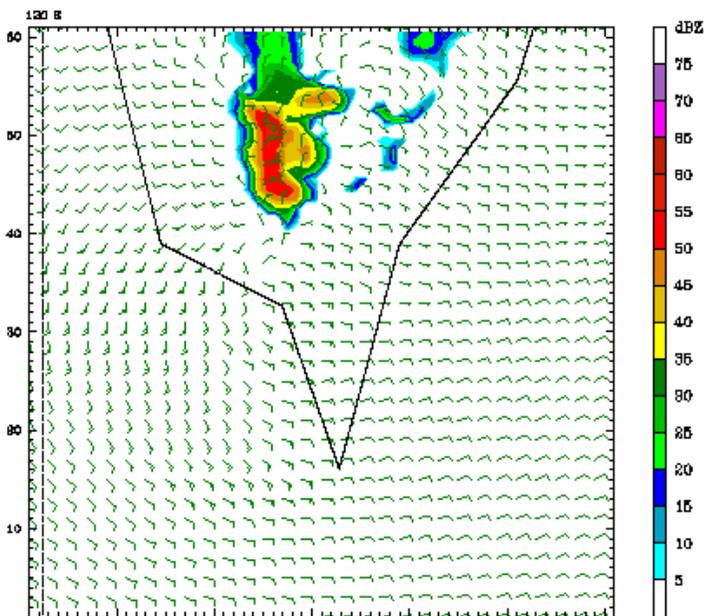
Dataset: 709 3 RIP: 709-9k Init: 0000 UTC Tue 09 Jul 13
 Fcst: 5.00 h Valid: 0500 UTC Tue 09 Jul 13 (2300 MDT Mon 08 Jul 13)
 Reflectivity at k-index = 27
 Horizontal wind vectors at k-index = 27

13L



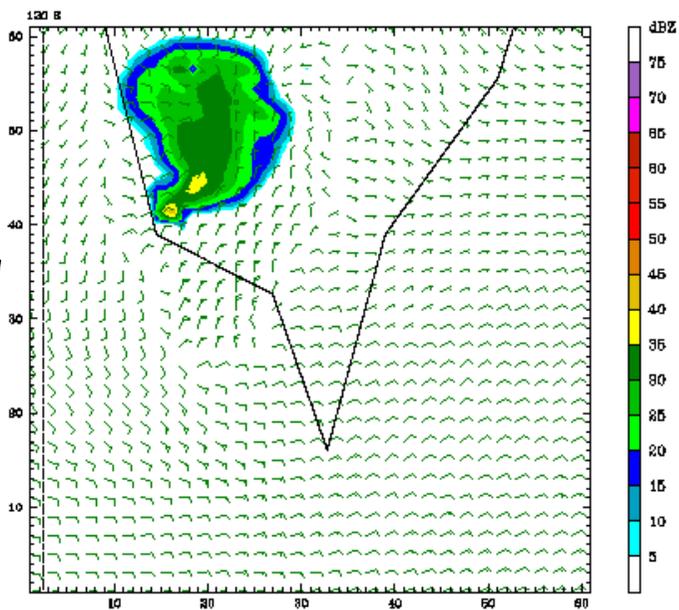
Dataset: 709 3 RIP: 709-9k Init: 0000 UTC Tue 09 Jul 13
 Fcst: 6.00 h Valid: 0600 UTC Tue 09 Jul 13 (0000 MDT Tue 09 Jul 13)
 Reflectivity at k-index = 27
 Horizontal wind vectors at k-index = 27

14L



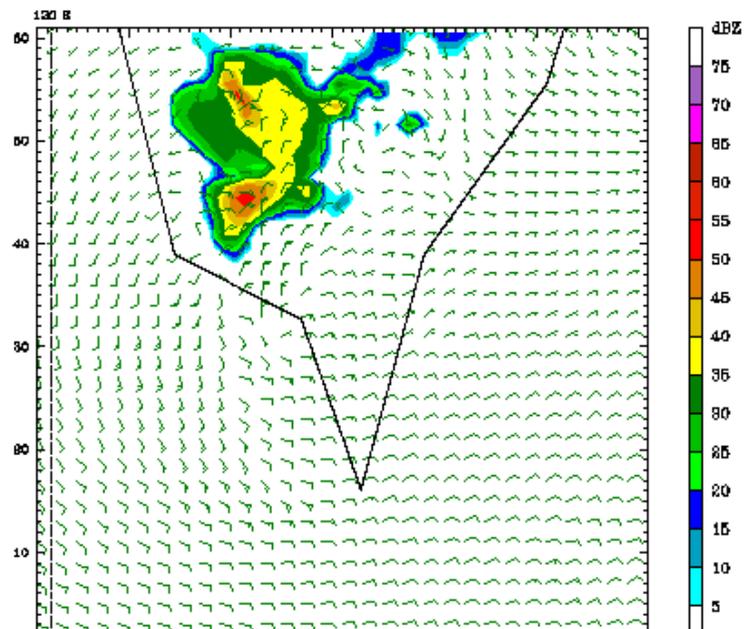
Dataset: 709 3 RIP: 709-9k Init: 0000 UTC Tue 09 Jul 13
 Fcst: 8.00 h Valid: 0800 UTC Tue 09 Jul 13 (0200 MDT Tue 09 Jul 13)
 Reflectivity at k-index = 27
 Horizontal wind vectors at k-index = 27

16L



Dataset: 709 3 RIP: 709-9k Init: 0000 UTC Tue 09 Jul 13
 Fcst: 7.00 h Valid: 0700 UTC Tue 09 Jul 13 (0100 MDT Tue 09 Jul 13)
 Reflectivity at k-index = 27
 Horizontal wind vectors at k-index = 27

15L



Dataset: 709 3 RIP: 709-9k Init: 0000 UTC Tue 09 Jul 13
 Fcst: 9.00 h Valid: 0900 UTC Tue 09 Jul 13 (0300 MDT Tue 09 Jul 13)
 Reflectivity at k-index = 27
 Horizontal wind vectors at k-index = 27

17L

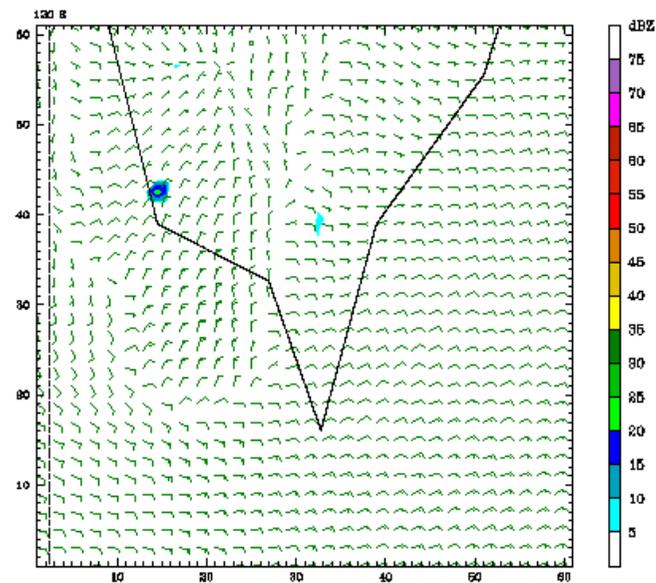
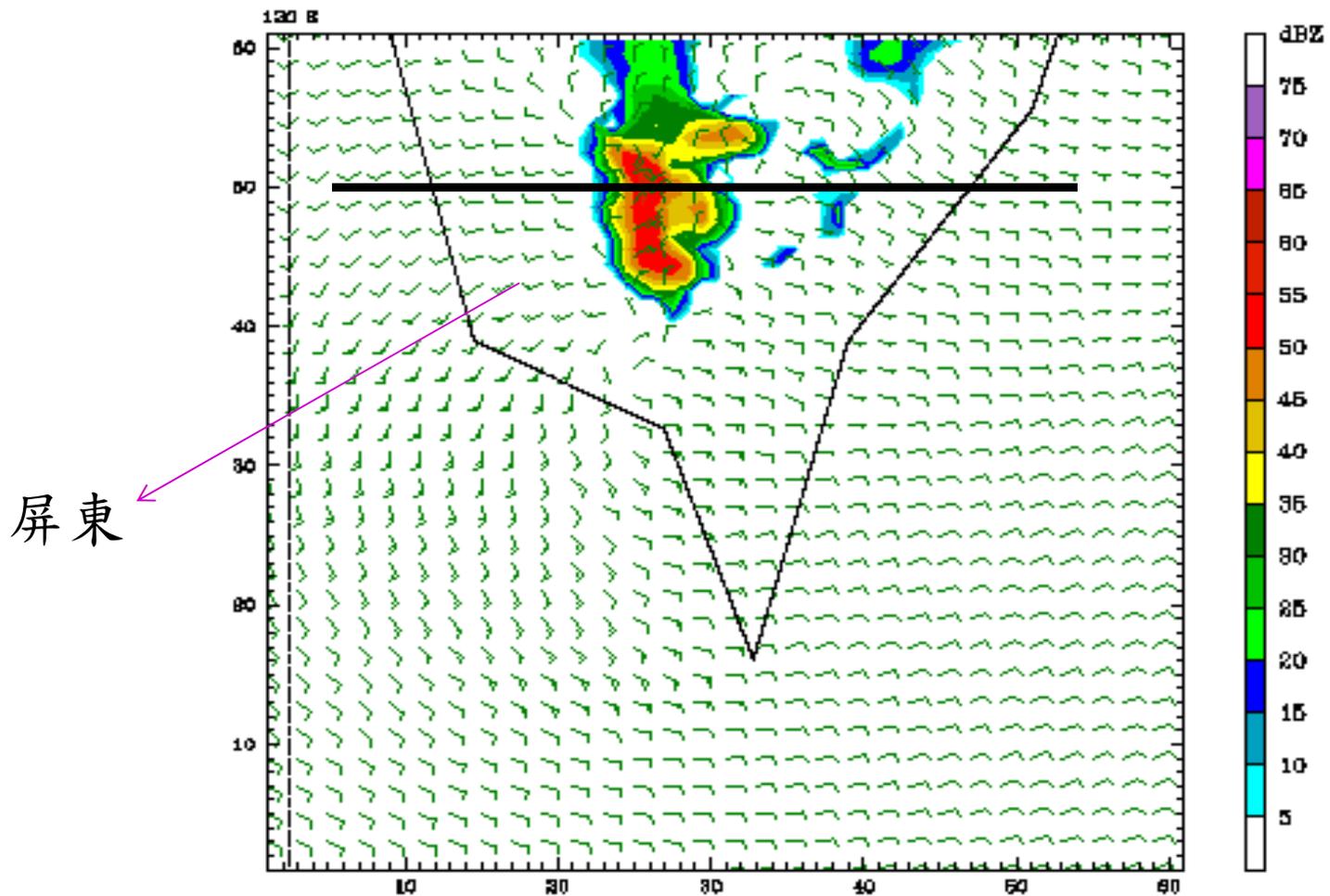
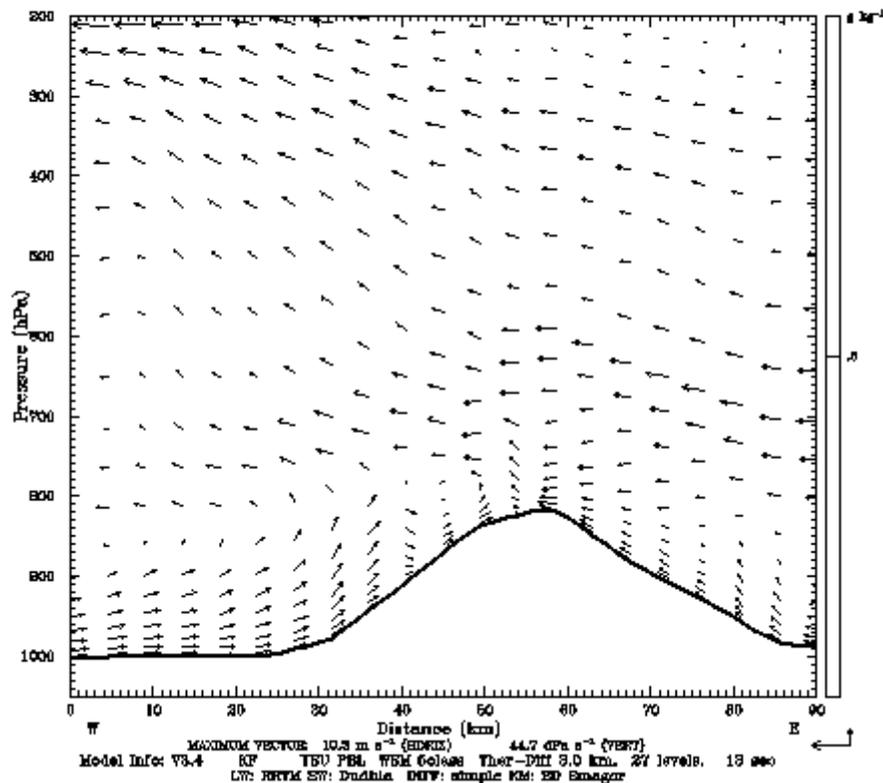


圖13b、WRF模擬2013年7月9日1400LST對流系統分布。

Dataset: 709 3 RIP: 709-9k Init: 0000 UTC Tue 09 Jul 13
Fcst: 6.00 h Valid: 0600 UTC Tue 09 Jul 13 (0000 MDT Tue 09 Jul 13)
Reflectivity at k-index = 27
Horizontal wind vectors at k-index = 27

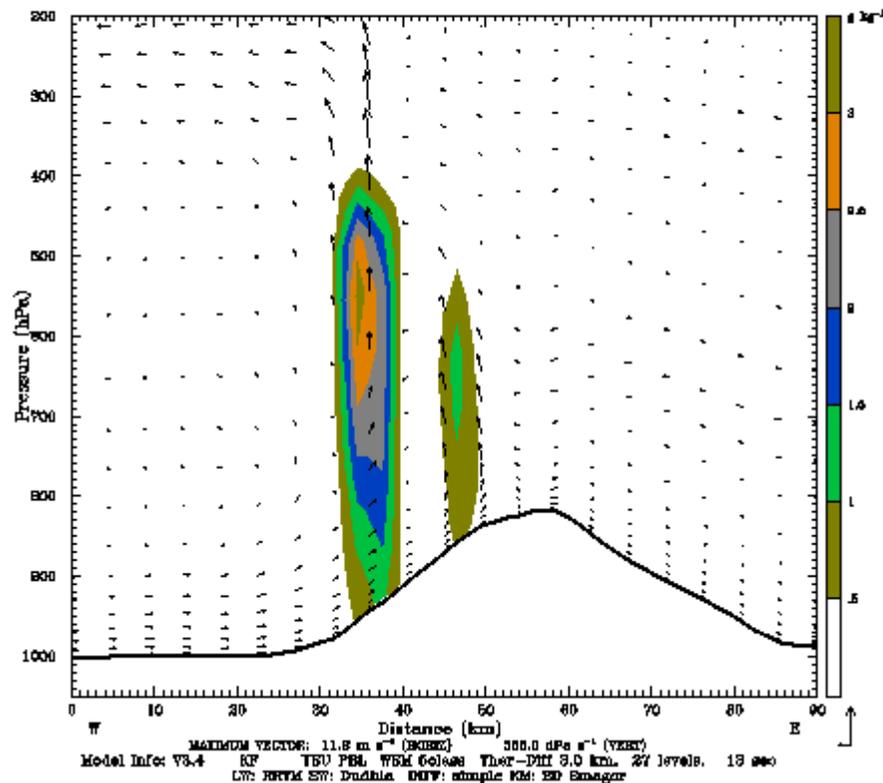


Dataset: 709 3 RIP: 709-9k Init: 0000 UTC Tue 09 Jul 13
 Fcst: 4.00 h Valid: 0400 UTC Tue 09 Jul 13 (2300 MDT Mon 08 Jul 13)
 Rain water mixing ratio XY= 15.0, 50.0 to 45.0, 50.0
 Circulation vectors XY= 15.0, 50.0 to 45.0, 50.0



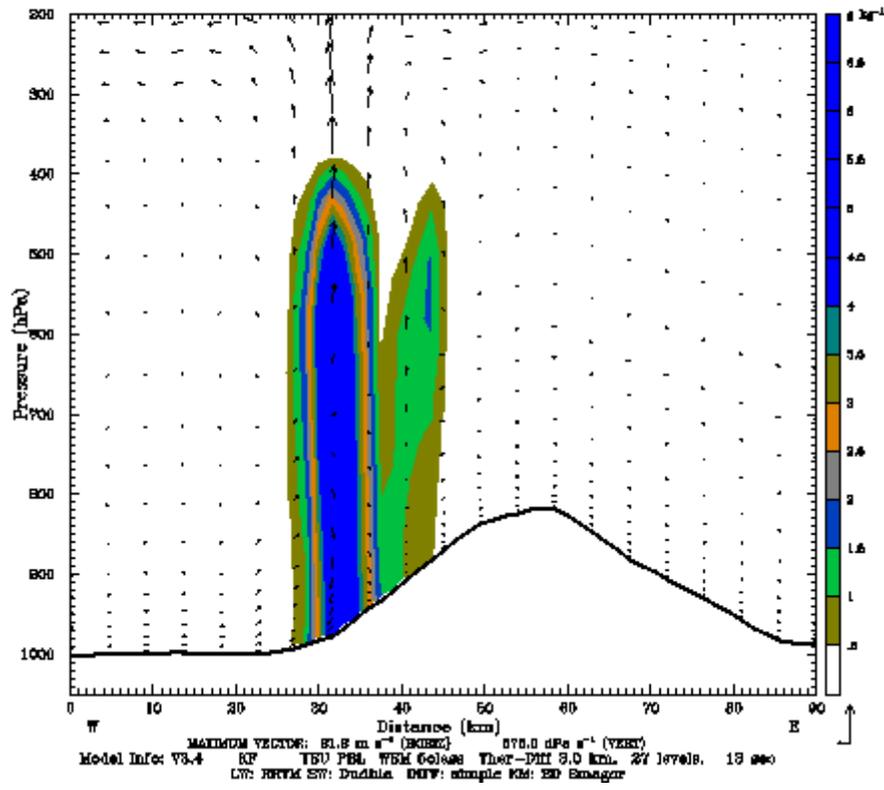
12L雨滴

Dataset: 709 3 RIP: 709-9k Init: 0000 UTC Tue 09 Jul 13
 Fcst: 6.00 h Valid: 0600 UTC Tue 09 Jul 13 (2300 MDT Mon 08 Jul 13)
 Rain water mixing ratio XY= 15.0, 50.0 to 45.0, 50.0
 Circulation vectors XY= 15.0, 50.0 to 45.0, 50.0



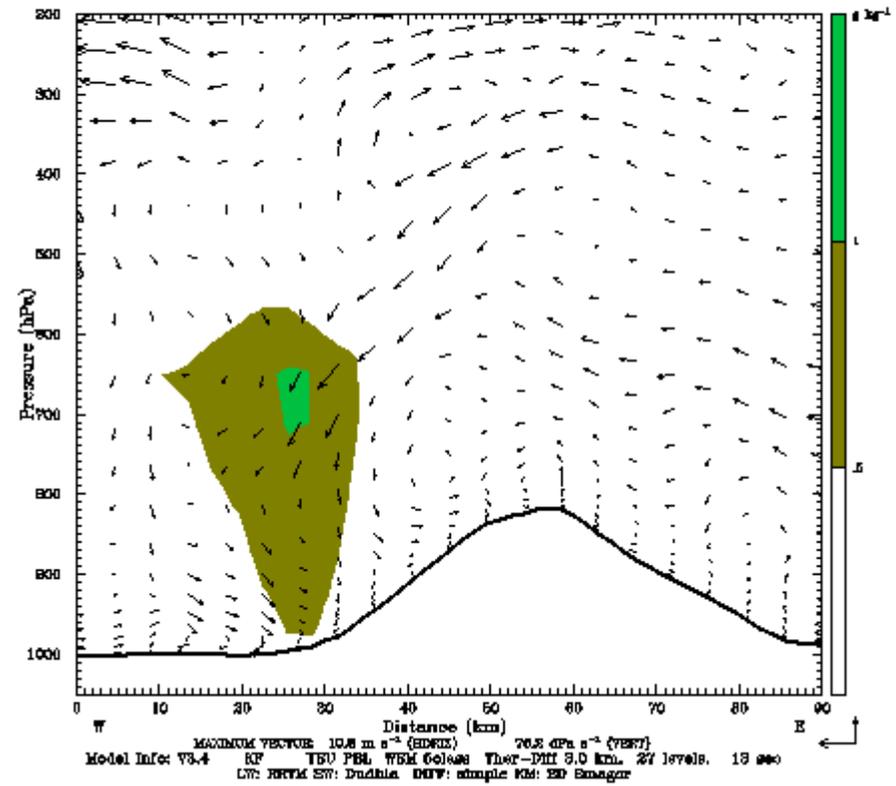
13L雨滴

Dataset: 709 3 RIP: 709-9k Init: 0000 UTC Tue 09 Jul 13
 Fcst: 6.00 h Valid: 0600 UTC Tue 09 Jul 13 (0000 MDT Tue 09 Jul 13)
 Rain water mixing ratio XY= 15.0, 50.0 to 45.0, 50.0
 Circulation vectors XY= 15.0, 50.0 to 45.0, 50.0



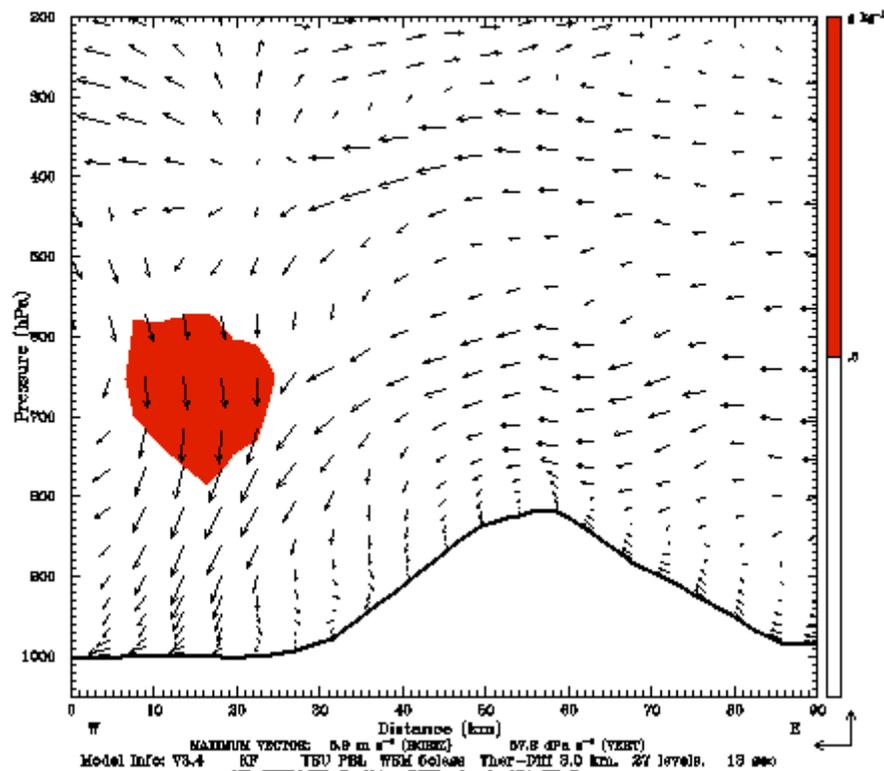
14L雨滴

Dataset: 709 3 RIP: 709-9k Init: 0000 UTC Tue 09 Jul 13
 Fcst: 7.00 h Valid: 0700 UTC Tue 09 Jul 13 (0100 MDT Tue 09 Jul 13)
 Rain water mixing ratio XY= 15.0, 50.0 to 45.0, 50.0
 Circulation vectors XY= 15.0, 50.0 to 45.0, 50.0



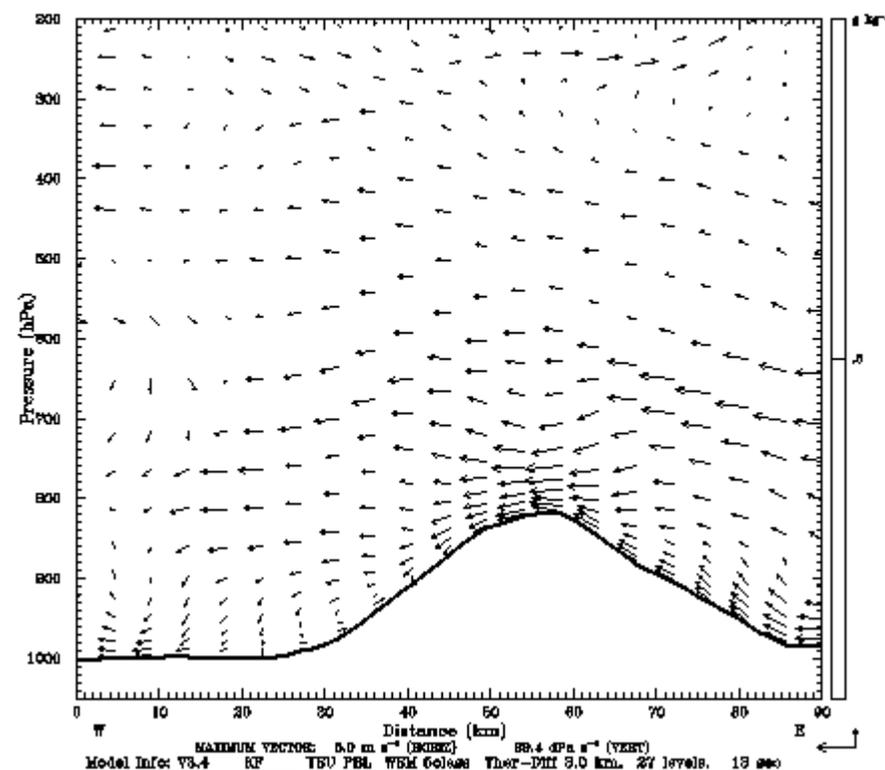
15L雨滴

Dataset: 709 S RIP: 709-9k Init: 0000 UTC Tue 09 Jul 13
 Fcst: 8.00 h Valid: 0800 UTC Tue 09 Jul 13 (0300 MDT Tue 09 Jul 13)
 Rain water mixing ratio XY= 15.0, 50.0 to 45.0, 50.0
 Circulation vectors KY= 15.0, 50.0 to 45.0, 50.0



15L雨滴

Dataset: 709 S RIP: 709-9k Init: 0000 UTC Tue 09 Jul 13
 Fcst: 9.00 h Valid: 0900 UTC Tue 09 Jul 13 (0300 MDT Tue 09 Jul 13)
 Rain water mixing ratio XY= 15.0, 50.0 to 45.0, 50.0
 Circulation vectors KY= 15.0, 50.0 to 45.0, 50.0



16L雨滴

圖14、WRF模擬2013年7月9日1100LST馬公探空分布。

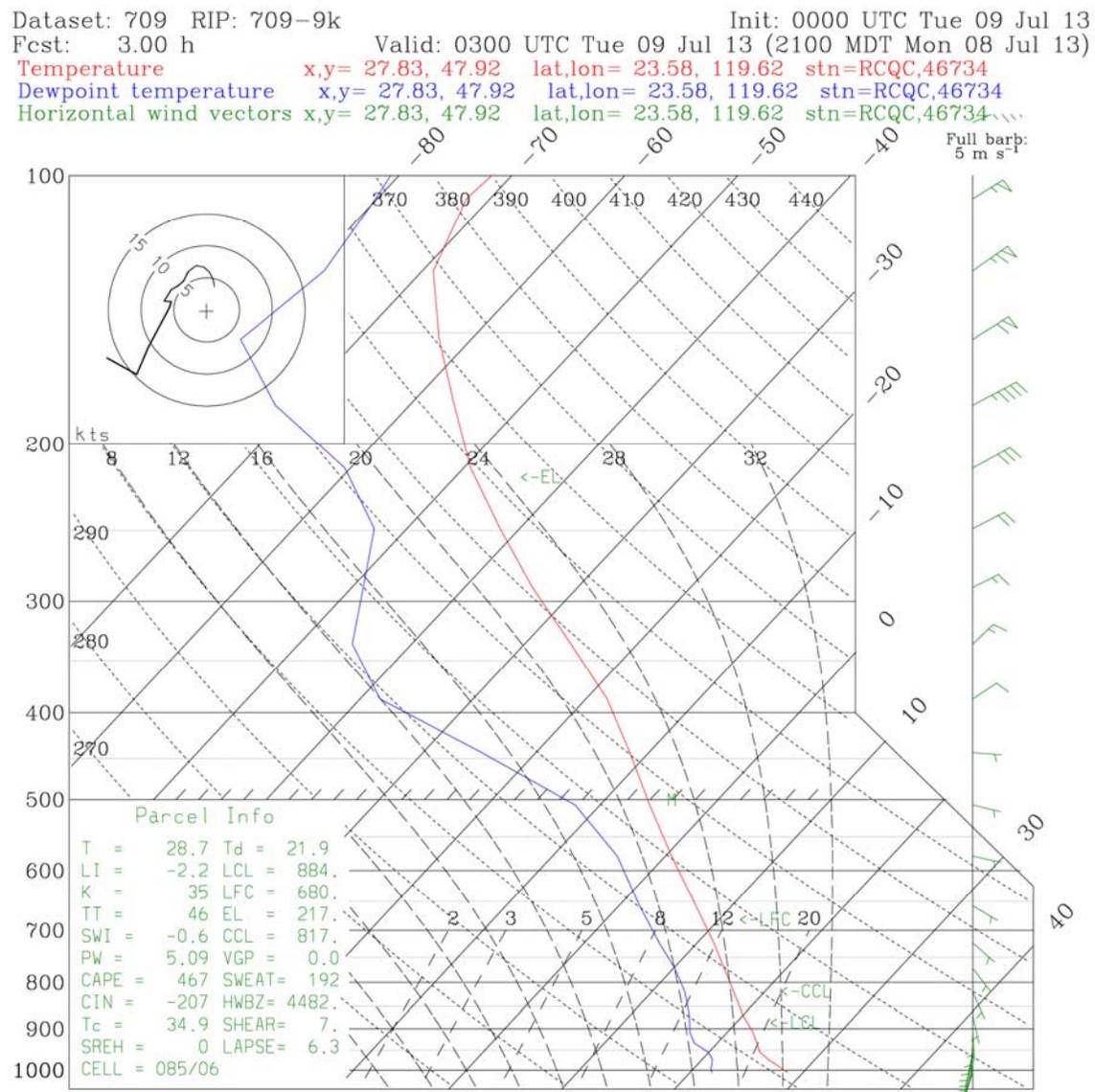


圖15、WRF模擬2013年7月9日1100LST屏東探空分布。

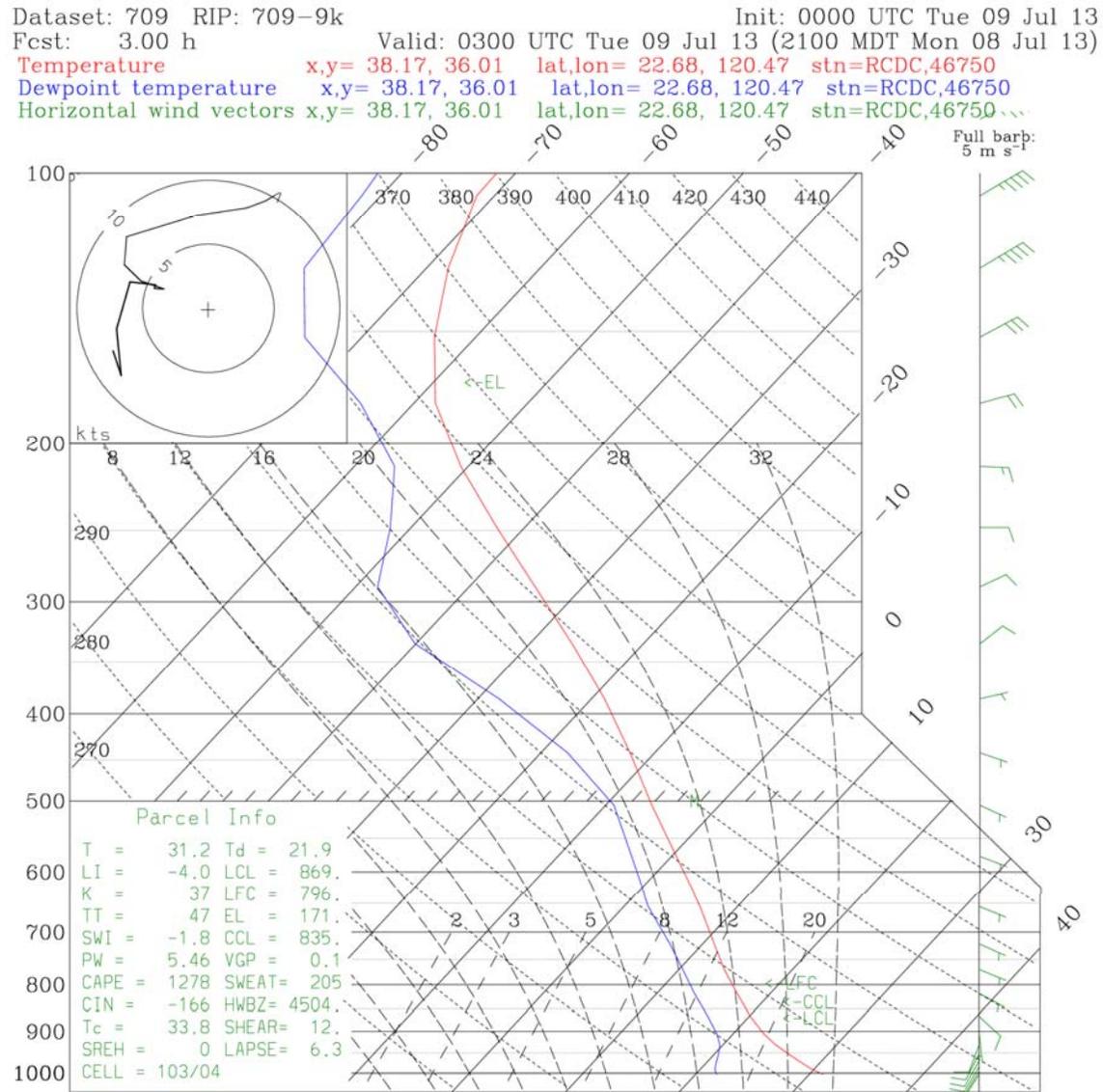
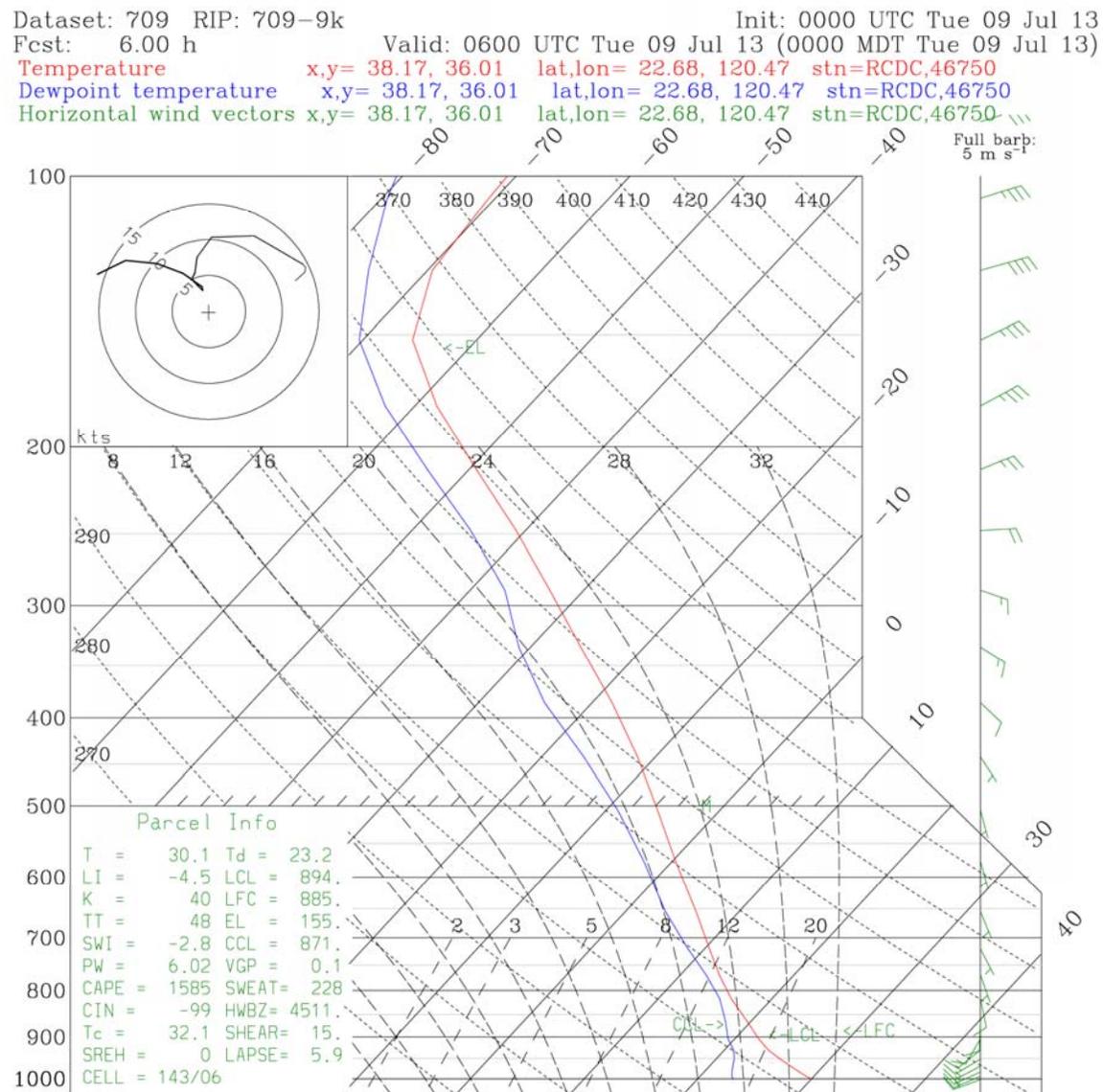
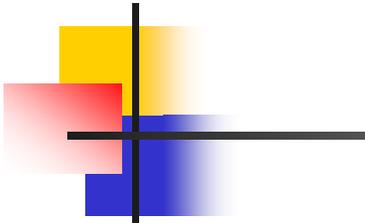
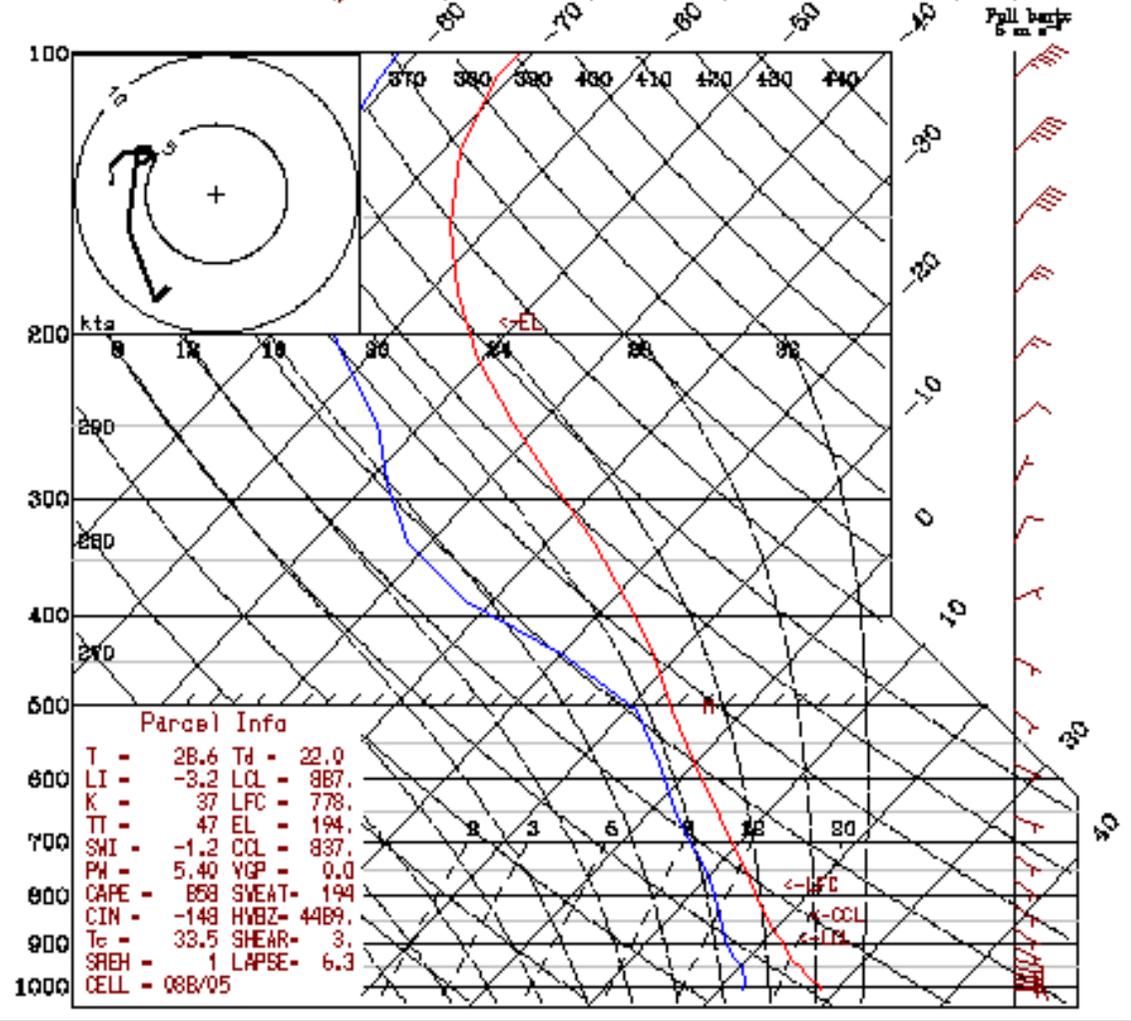


圖16、WRF模擬2013年7月9日1400LST屏東探空分布。



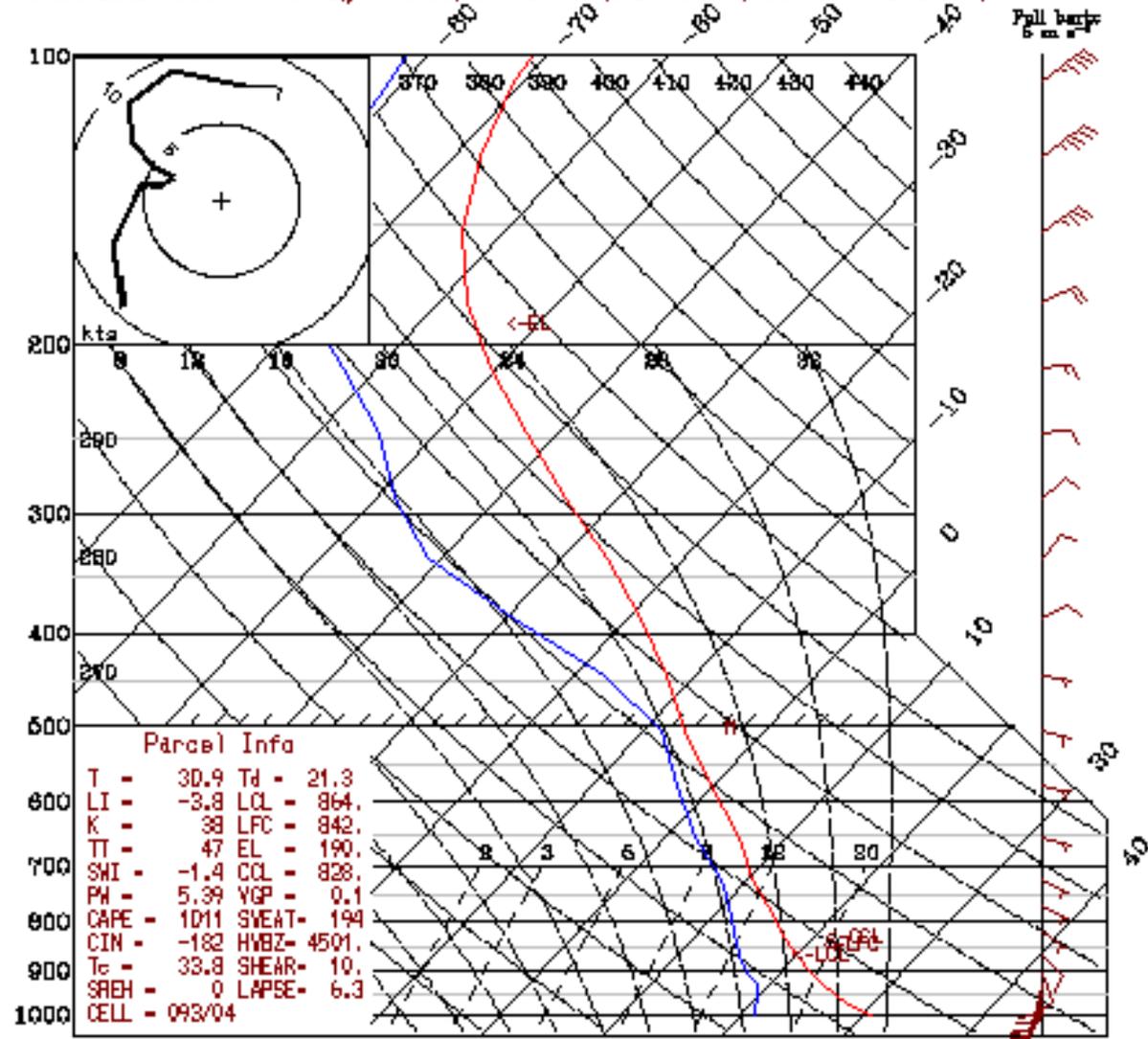


Dataset: 709 3 RIP: 709-9k Init: 0000 UTC Tue 09 Jul 13
Fcst: 0.00 h Valid: 0000 UTC Tue 09 Jul 13 (1800 MDT Mon 08 Jul 13)
Temperature x,y= 19.52, 43.04 lat,lon= 22.66, 120.47 stn=RCDC,46750
Dewpoint temperature x,y= 19.52, 43.04 lat,lon= 22.66, 120.47 stn=RCDC,46750
Horizontal wind vectors x,y= 19.52, 43.04 lat,lon= 22.66, 120.47 stn=RCDC,46750...

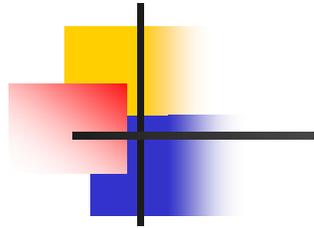


08L 東南風，未出現對流

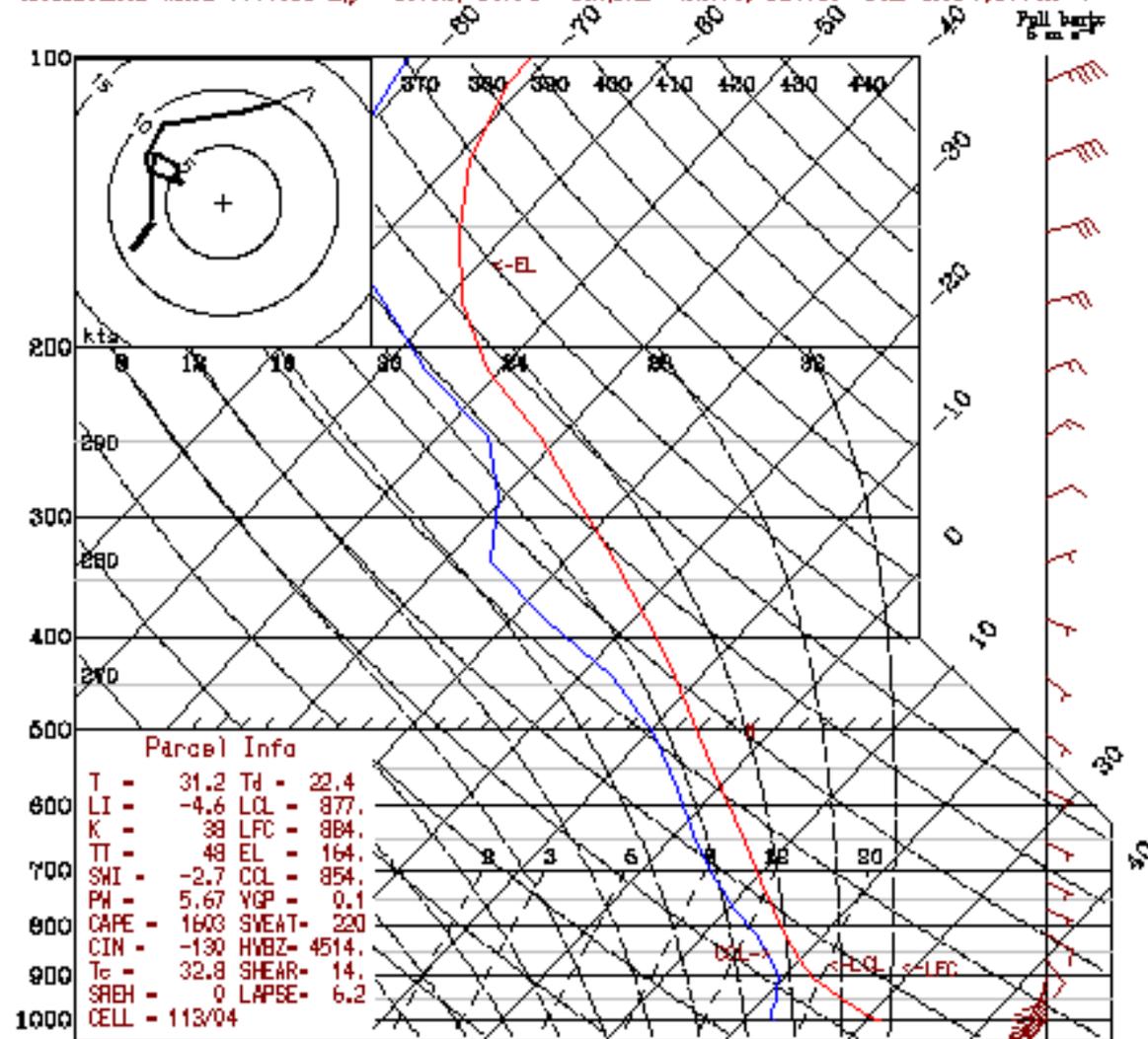
Dataset: 709 3 RIP: 709-9k Init: 0000 UTC Tue 09 Jul 13
 Fcst: 3.00 h Valid: 0200 UTC Tue 09 Jul 13 (2000 MDT Mon 08 Jul 13)
 Temperature x,y= 19.52, 43.04 lat,lon= 22.66, 120.47 stn=RCDC,46750
 Dewpoint temperature x,y= 19.52, 43.04 lat,lon= 22.66, 120.47 stn=RCDC,46750
 Horizontal wind vectors x,y= 19.52, 43.04 lat,lon= 22.66, 120.47 stn=RCDC,46750...



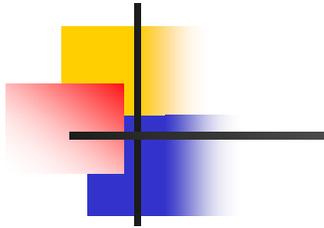
10L 西南風，未出現對流



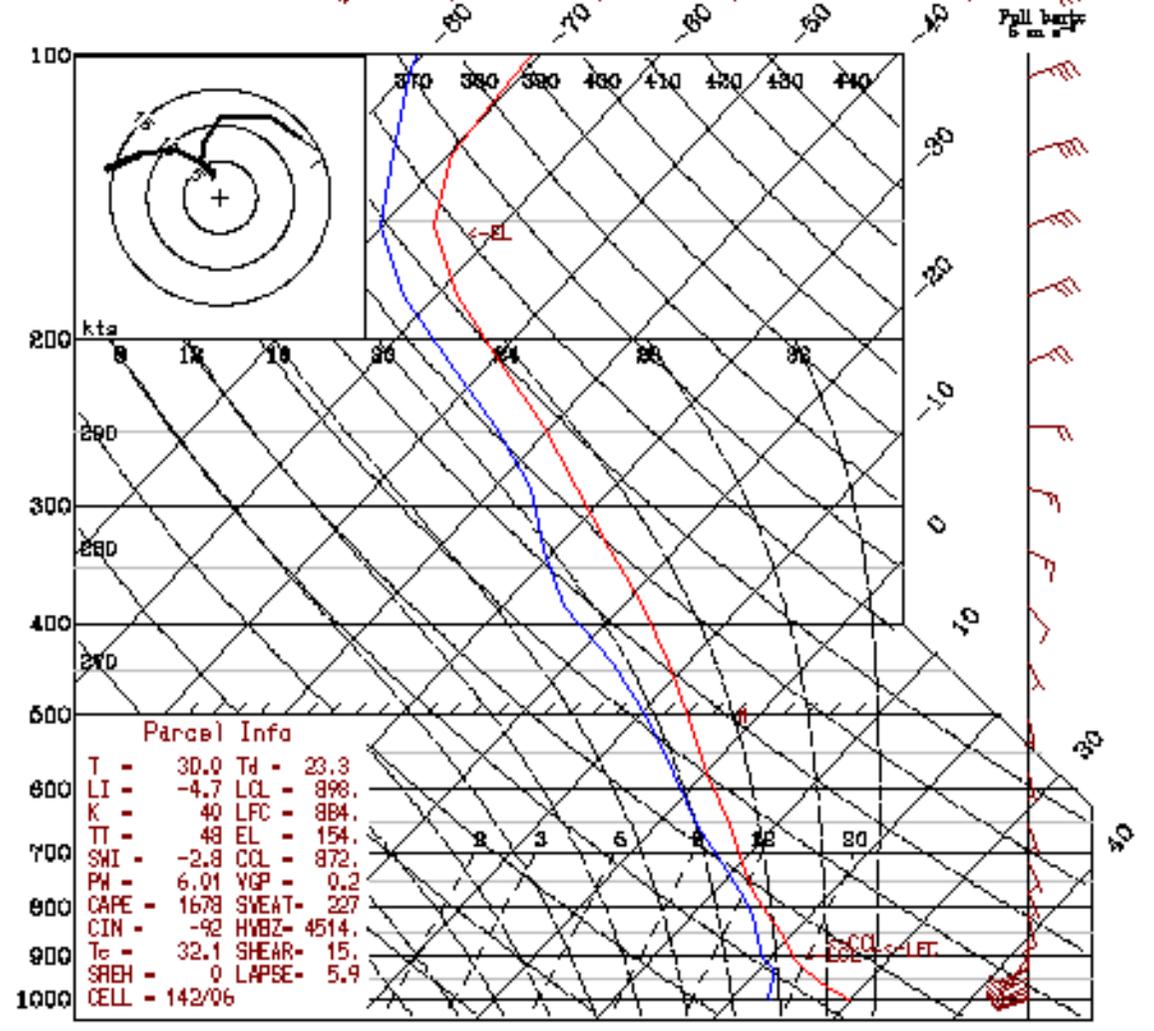
Dataset: 709 3 REP: 709-9k Init: 0000 UTC Tue 09 Jul 13
Fcst: 4.00 h Valid: 0400 UTC Tue 09 Jul 13 (2200 MDT Mon 08 Jul 13)
Temperature x,y= 19.52, 43.04 lat,lon= 22.86, 120.47 sta=RCDC,48750
Dewpoint temperature x,y= 19.52, 43.04 lat,lon= 22.86, 120.47 sta=RCDC,48750
Horizontal wind vectors x,y= 19.52, 43.04 lat,lon= 22.86, 120.47 sta=RCDC,48750



12L 西南風，未出現對流

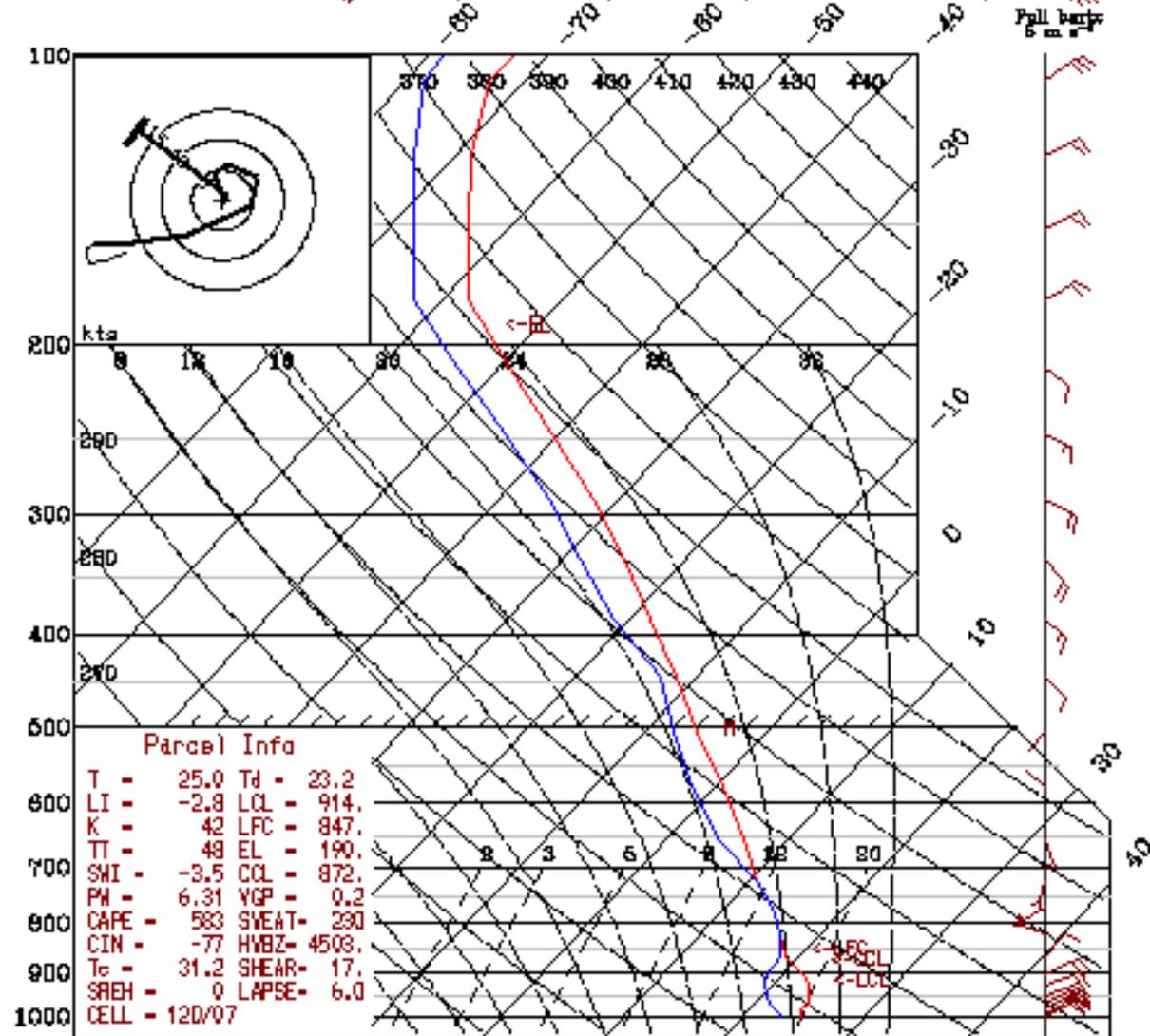


Dataset: Y09 3 RIP: Y09-9k Init: 0000 UTC Tue 09 Jul 13
Fcast: 6.00 h Valid: 0600 UTC Tue 09 Jul 13 (0000 MDT Tue 09 Jul 13)
Temperature x,y= 19.52, 43.04 lat,lon= 22.68, 120.47 sta=RCDC,48750
Dewpoint temperature x,y= 19.52, 43.04 lat,lon= 22.68, 120.47 sta=RCDC,48750
Horizontal wind vectors x,y= 19.52, 43.04 lat,lon= 22.68, 120.47 sta=RCDC,48750



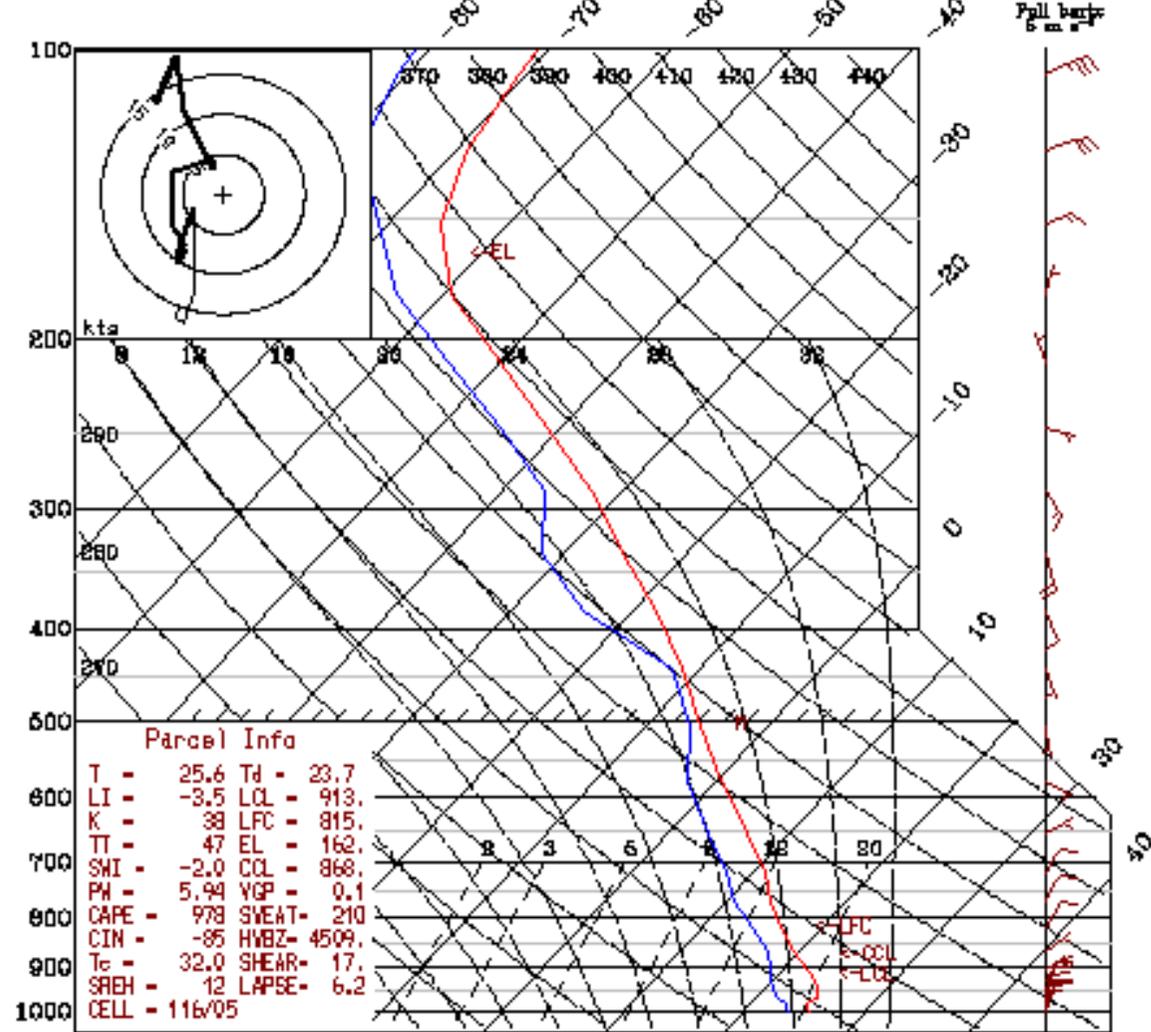
14L 西南風，對流移近

Dataset: 709 3 RFP: 709-9k Init: 0000 UTC Tue 09 Jul 13
 Fcst: 7.00 h Valid: 0700 UTC Tue 09 Jul 13 (0100 MDT Tue 09 Jul 13)
 Temperature x,y= 19.52, 43.04 lat,lon= 22.68, 120.47 sta=RCDC,48750
 Dewpoint temperature x,y= 19.52, 43.04 lat,lon= 22.68, 120.47 sta=RCDC,48750
 Horizontal wind vectors x,y= 19.52, 43.04 lat,lon= 22.68, 120.47 sta=RCDC,48750

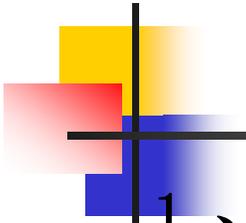


15L 東北風，對流出現此區

Dataset: 700 3 RIP: 700-0k Init: 0000 UTC Tue 09 Jul 13
 Fcst: 8.00 h Valid: 0800 UTC Tue 09 Jul 13 (0200 MDT Tue 09 Jul 13)
 Temperature x,y= 19.52, 43.04 lat,lon= 22.68, 120.47 stn=RCDC,48750
 Dewpoint temperature x,y= 19.52, 43.04 lat,lon= 22.68, 120.47 stn=RCDC,48750
 Horizontal wind vectors x,y= 19.52, 43.04 lat,lon= 22.68, 120.47 stn=RCDC,48750 ...

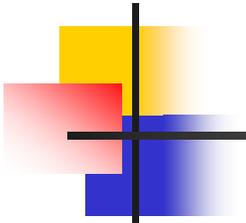


16L 東北風，對流減弱



◆ 結論

- 1、台灣地區午後山區有明顯對流雲系發展，且逐漸往西(平地)移出，造成西部地區午後有顯著陣雷雨天氣。
- 2、台灣地區位於太平洋高壓勢力邊緣，附近無明顯系統控制及影響，為一弱綜觀型態。地面風場偏東風，帶來偏暖濕之空氣。
- 3、由925hPa_Moist conv._Wind vector分析出台灣西南外海有一局部暖濕輻和區。850hPa至700hPa則無暖濕輻合區。
- 4、馬公近底層(925hPa以下)風場為西南向，屏東近底層(925hPa以下)風場為東北向，且正能區較馬公為多。



◆ 結論(續)

- 5、模式預報對流系統發生於10L，比實際觀測提前三小時發生。
- 6、模擬對流往西部海邊移動，與觀測結果一致。
- 7、模式模擬台灣南部上午產生西南氣流，與台灣東部東南氣流產生輻合，加上水氣供應，使對流產生。對流發展後，伴隨強下沉氣流，反映至低層形成東北風，再次與其西側西南氣流產生輻合上升運動，提供對流發展。16L之後，海風逐漸減弱，缺乏西南氣流，對流逐漸消散。