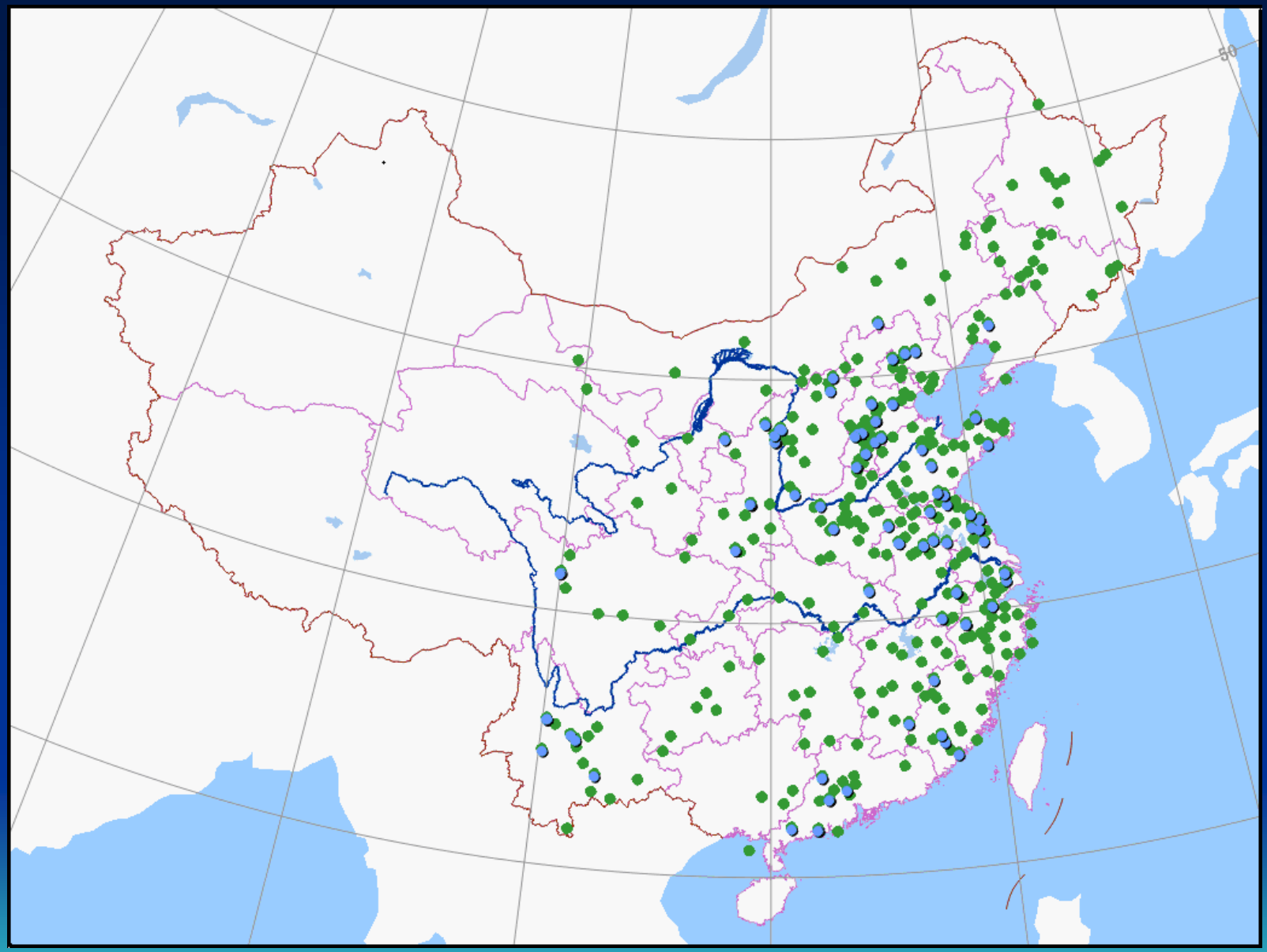
三个对流形态不同的雷暴大风个例

俞小鼎
中国气象局气象干部培训学院
2022.02.22

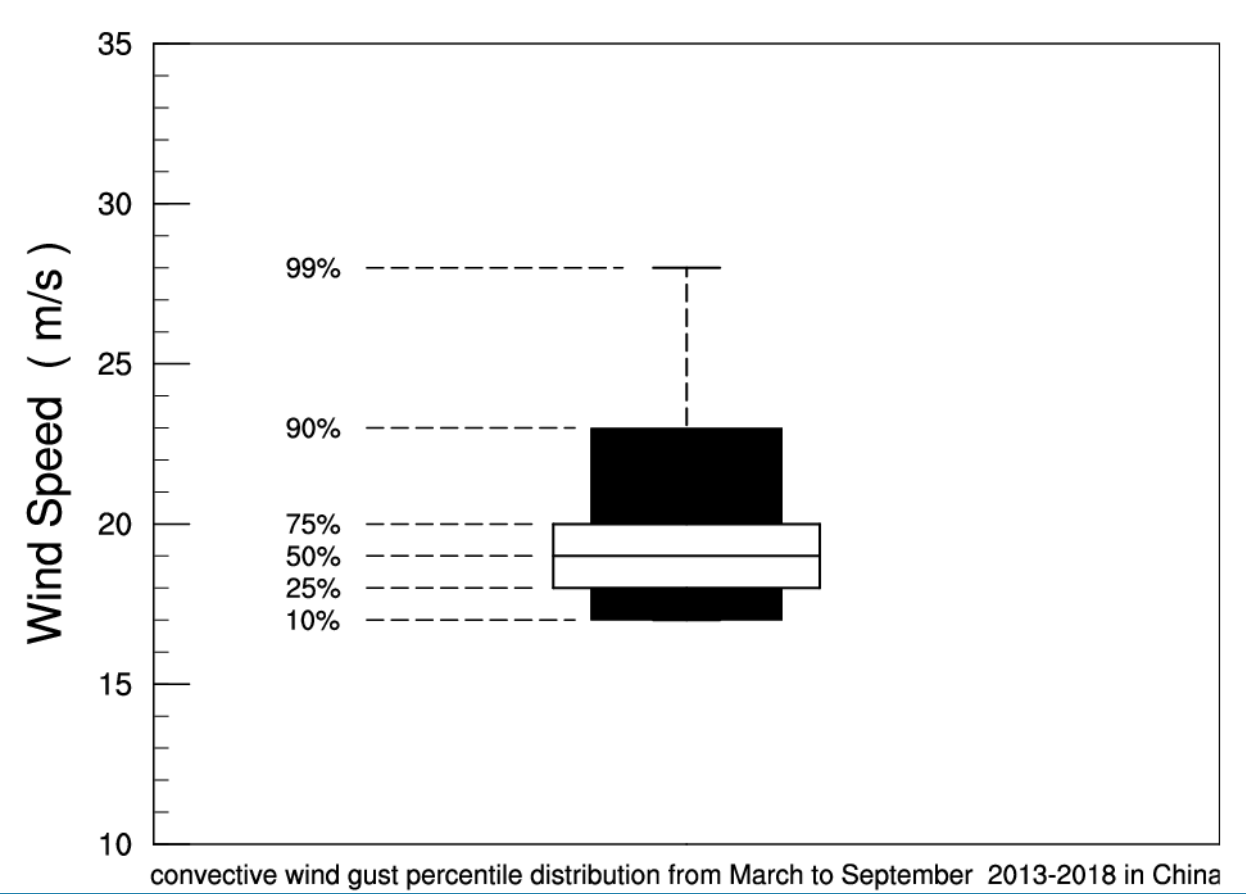
雷暴大风

- 空间分布；
- 环境背景；
- 弱垂直切变环境下的孤立下击暴流；
- 中等以上垂直切变环境下多单体强风暴（含弓形回波）、超级单体风暴和飑线（有时镶嵌弓形回波）导致的区域性雷暴大风；
- 具体个例；



2004-2009中国雷暴大风（大于等于25m/s)事件空间分布

强对流大风百分位分布


35
30
25
20
15
10
Wind Speed (m/s)
99%
90%
75%
50%
25%
10%
convective wind gust percentile distribution from March to September 2013-2018 in China

雷暴大风产生机理

雷暴内强烈下沉气流（下击暴流）；

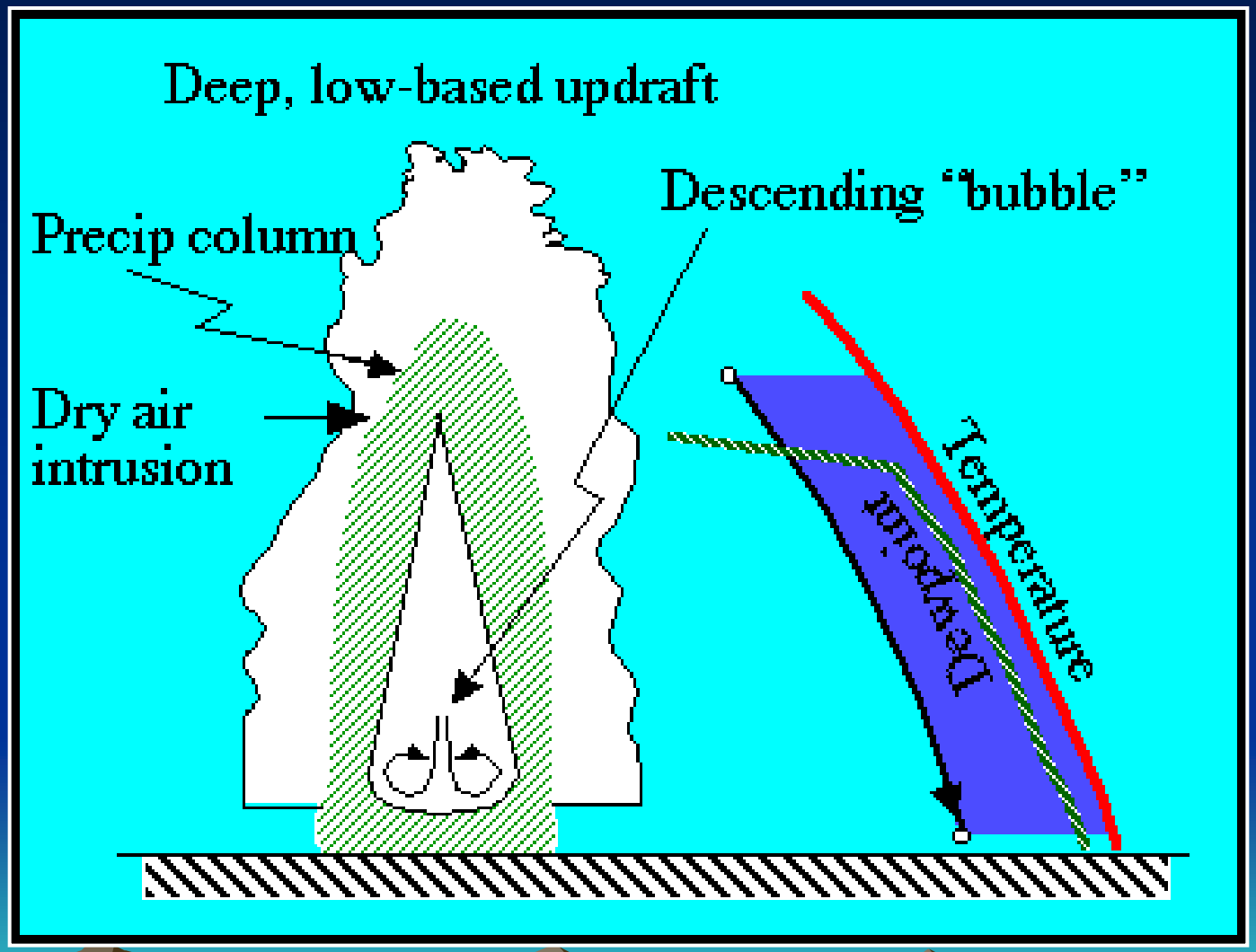
动量下传；

强的低层暖湿入流；

雷暴内强烈下沉气流

- 降水拖曳；
- 对流层中层干空气夹卷导致下沉气流中水凝物蒸发（升华）冷却降温；
- 下沉气流有效位能DCAPE；

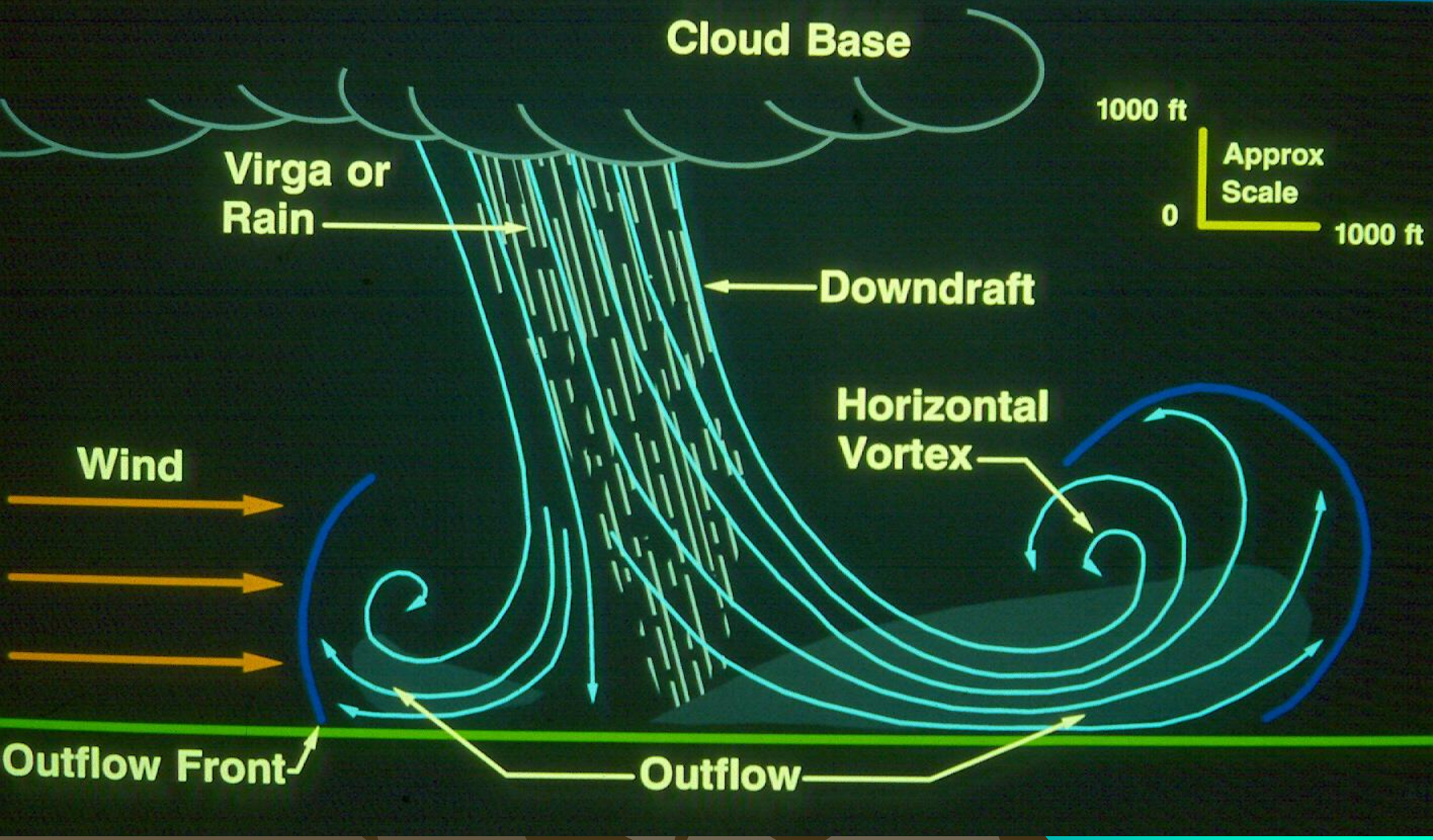
雷暴内强烈下沉气流产生示意图



动量下传

- 移动的对流系统；
- 夹卷层较大的一致性风；
- 后侧入流急流

Asymmetric Microburst

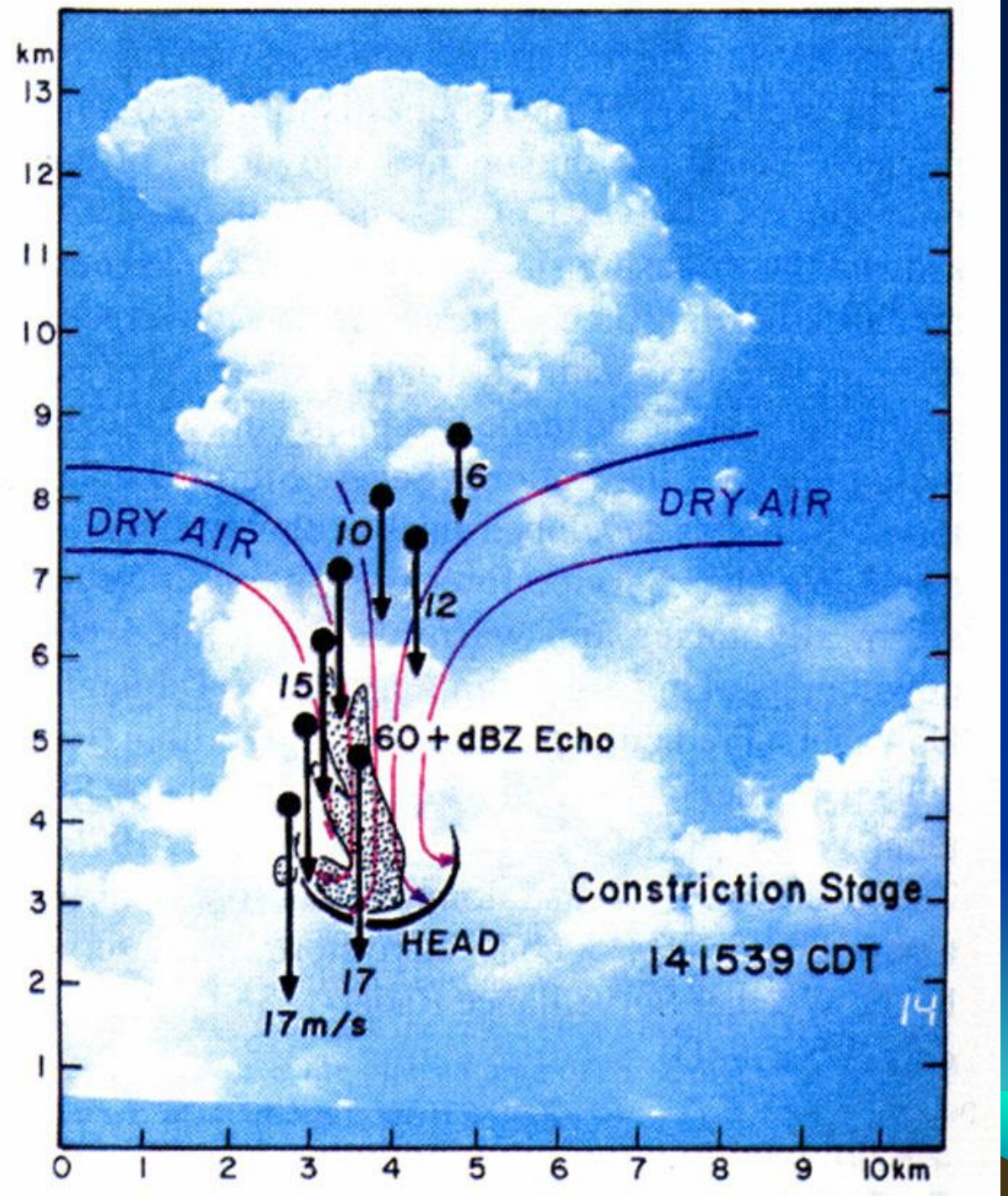


Damaging Inflow Winds



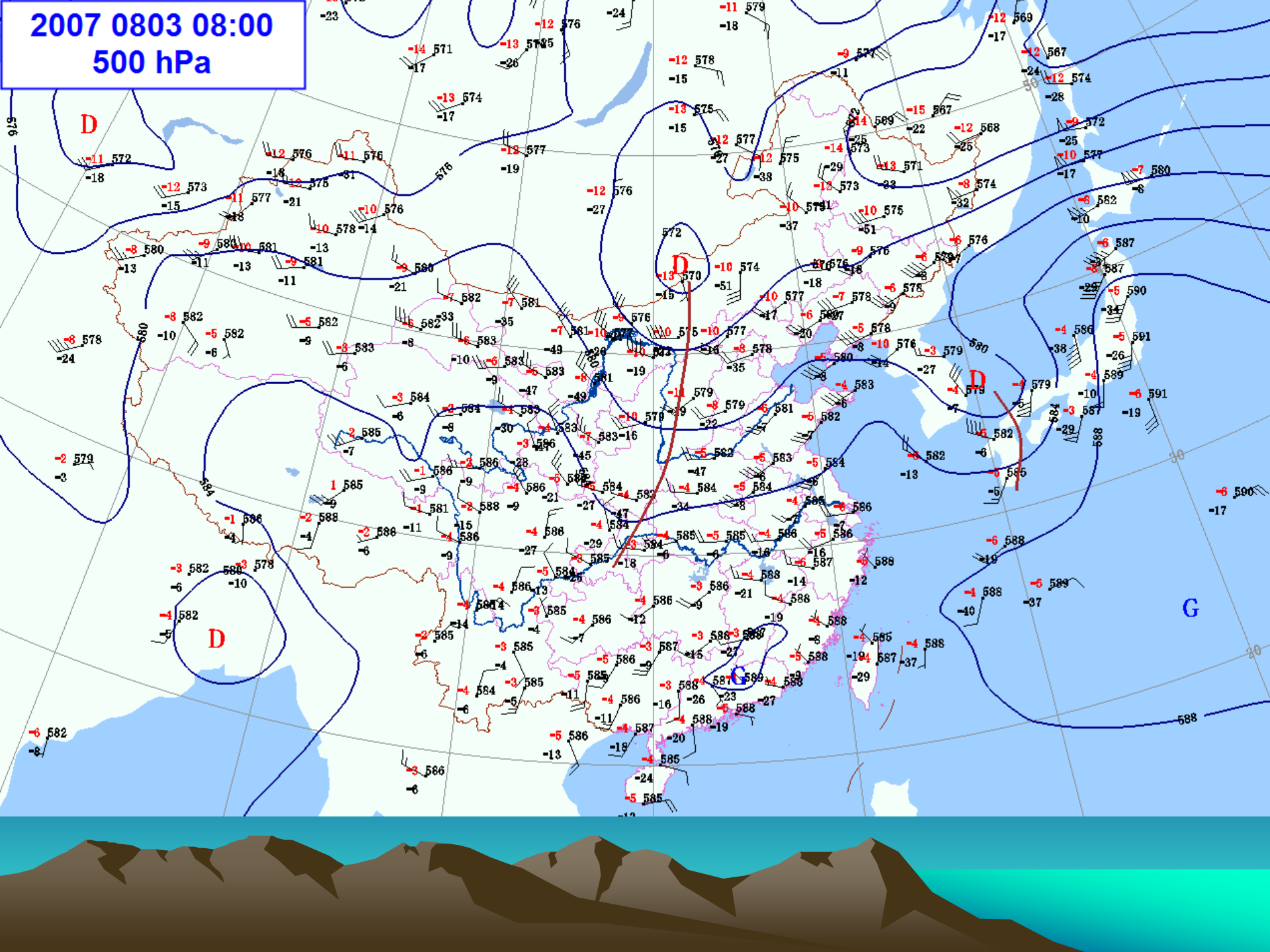
有利于雷暴大风的环境条件

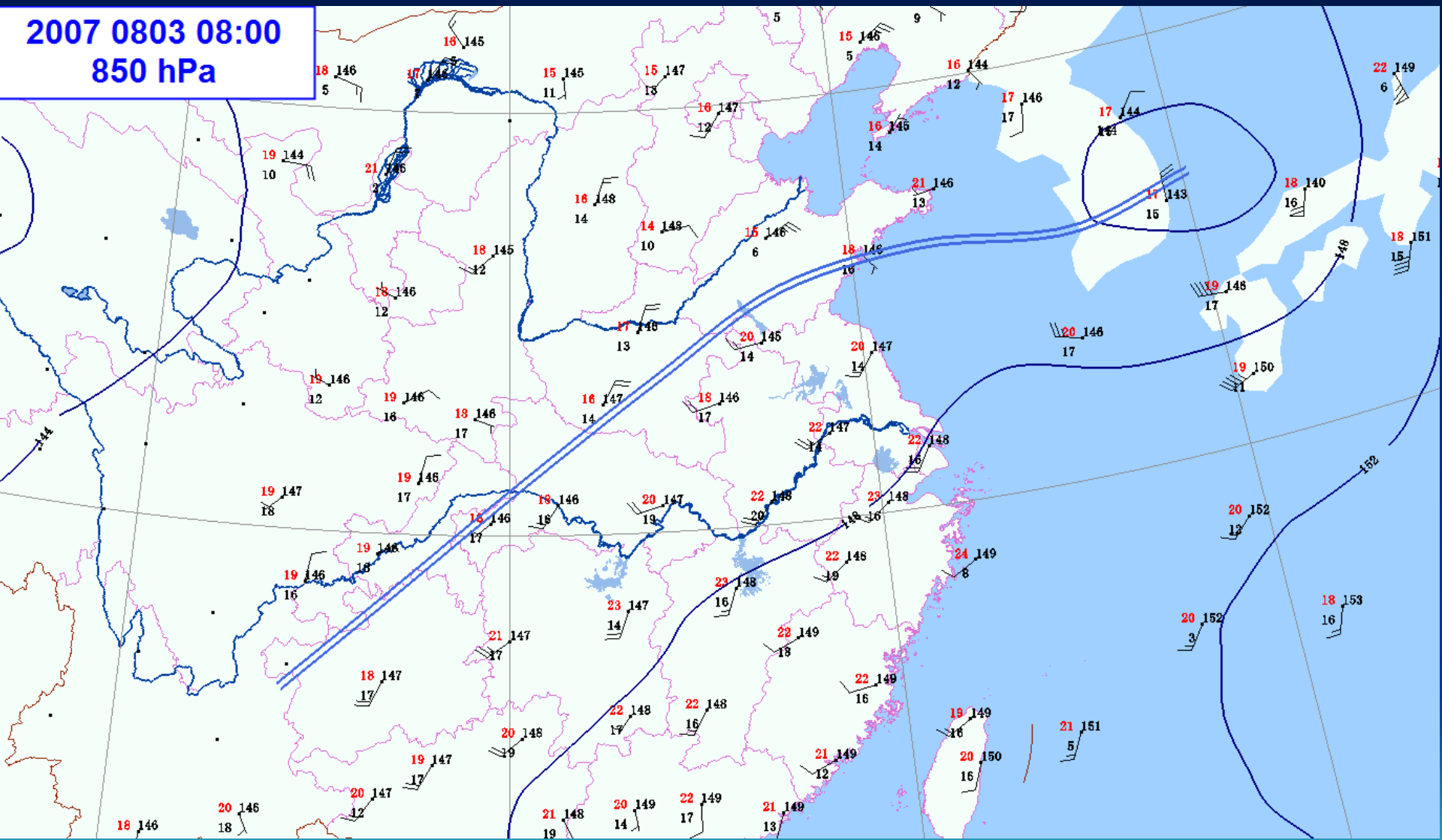
- 对流层中层存在干层；
- 对流层中下层温度直减率较大；
- 夹卷层（700-400hPa）平均风较大;


km
13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
DRY AIR
DRY AIR
6
10
12
15
60+ dBZ Echo
HEAD
17
17m/s
Constriction Stage
141539 CDT
14
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10km

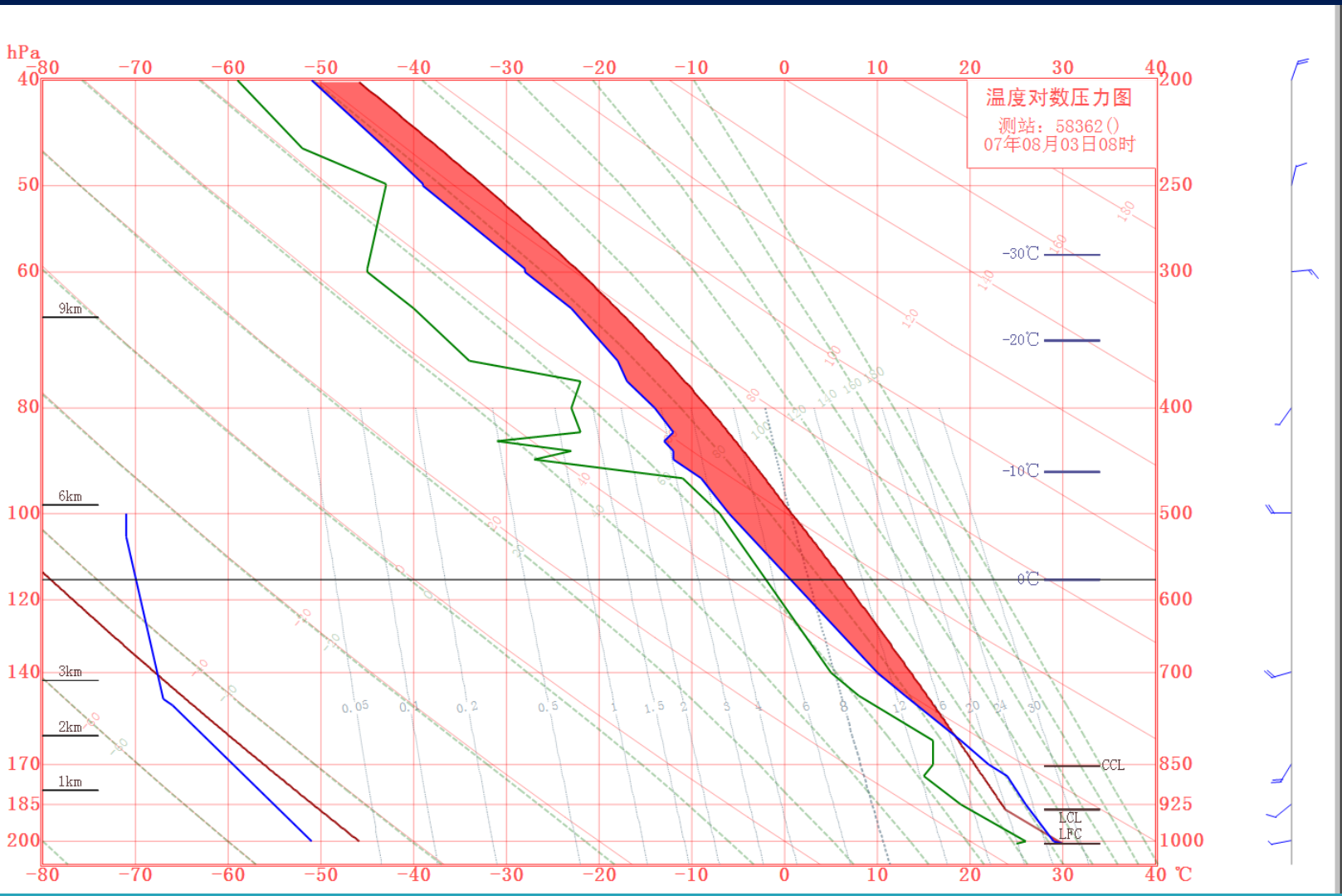
2007年8月3日上海脉冲风暴个例

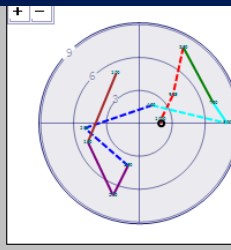
- 下击暴流，最强瞬时风速40.3m/s；
- 短时强降水（40mm/h）；


2007 0803 08:00
500 hPa
D
D
D
D
G
G


2007 0803 08:00
850 hPa

07/08/03 08时 上海探空 CAPE=2500J/kg 0-6km shear=6m/s



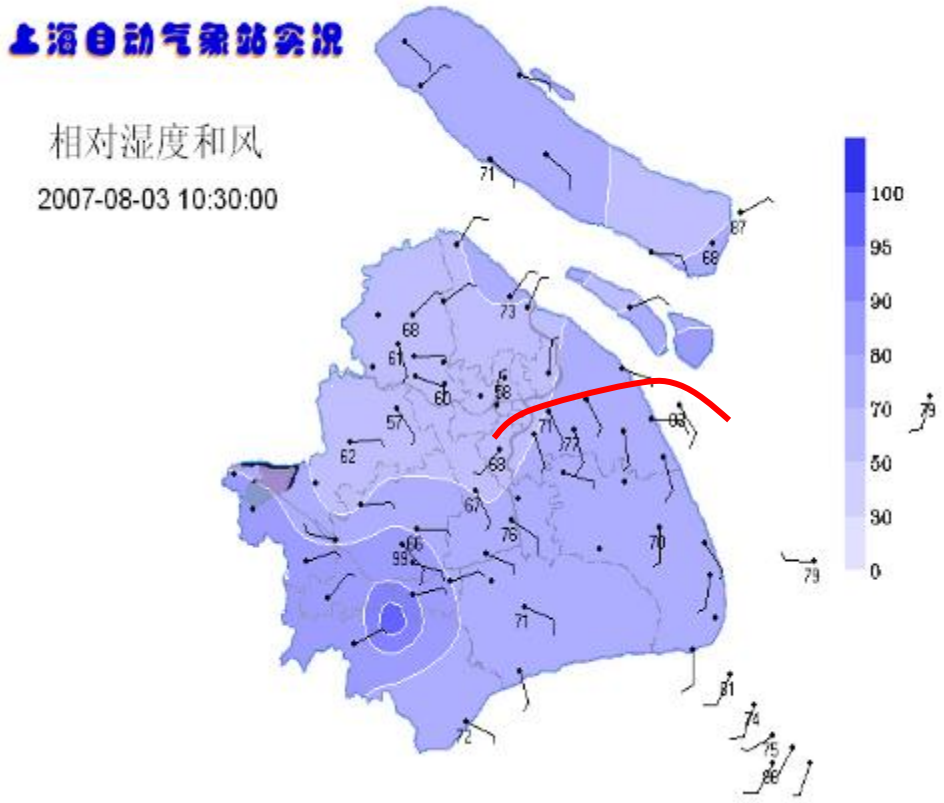


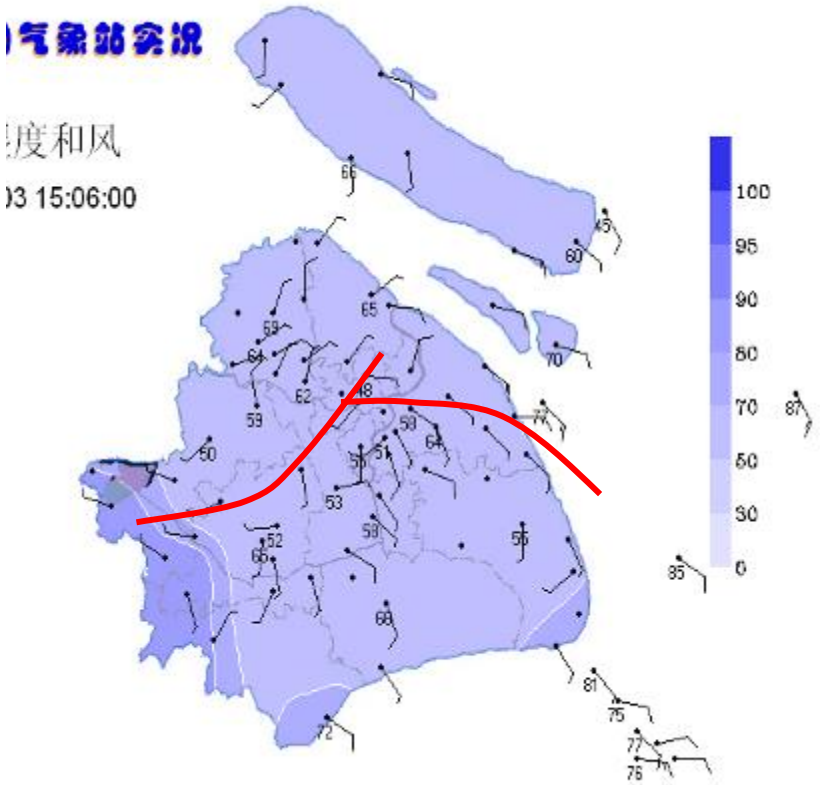
物理量分析列表

大气温湿类
层结稳定度类
动力类
热力动力综合类
能量指数类
特殊高度厚度
常用指数

名称	值	说明
A	16	A指数
K	39	K指数
SI	-3.13	沙氏指数
Cape	2468.7	湿对流有效位
w_cape	70.3	最大上升速度
CIN	0	对流抑制有效
SSI	285.4	风暴强度指数
TCL_P	934...	抬升凝结高度
ELC_P	138...	平衡高度
LFC_P	1004.9	自由对流高度
ZH	4840	0度层位势高度

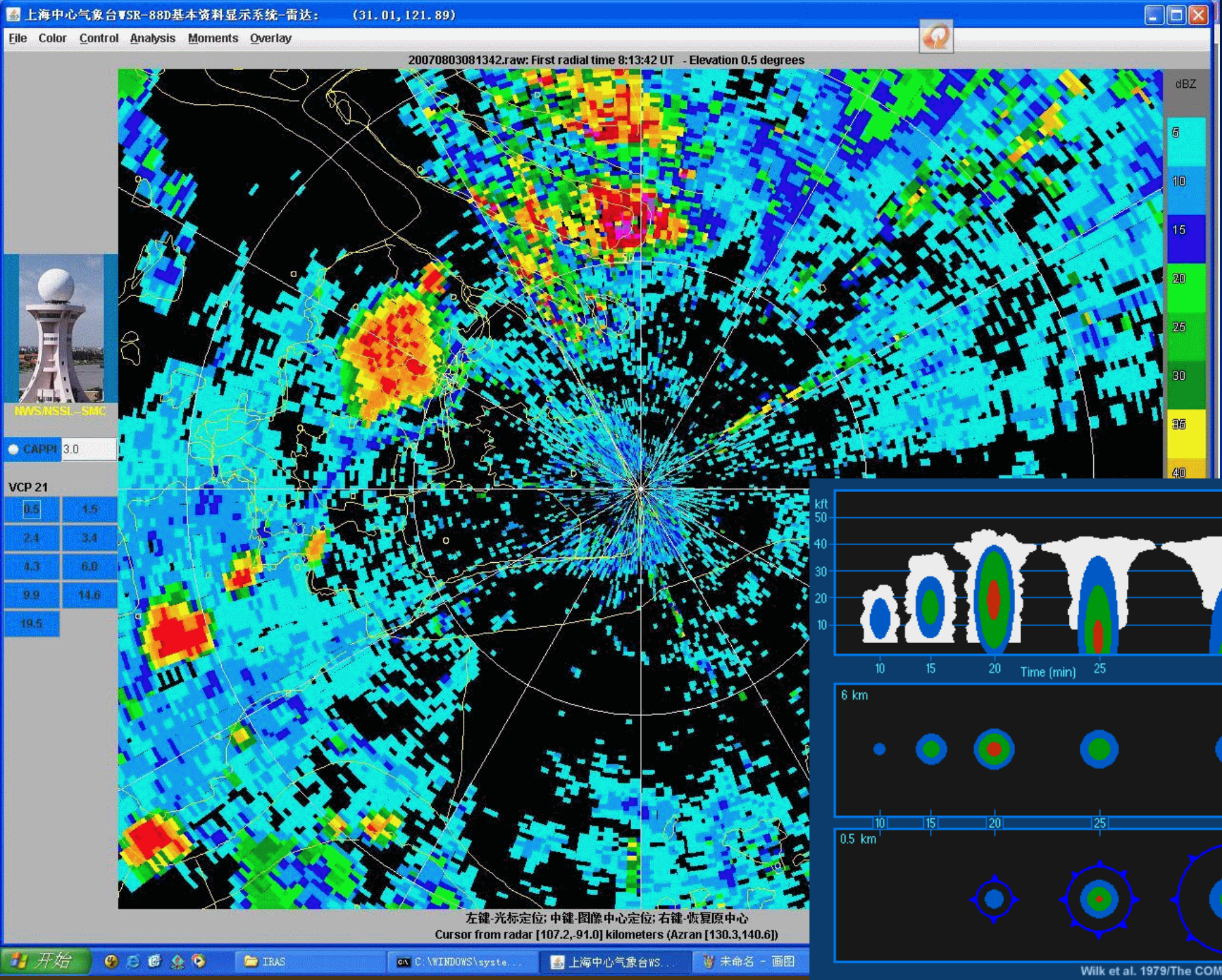
辐合抬升条件

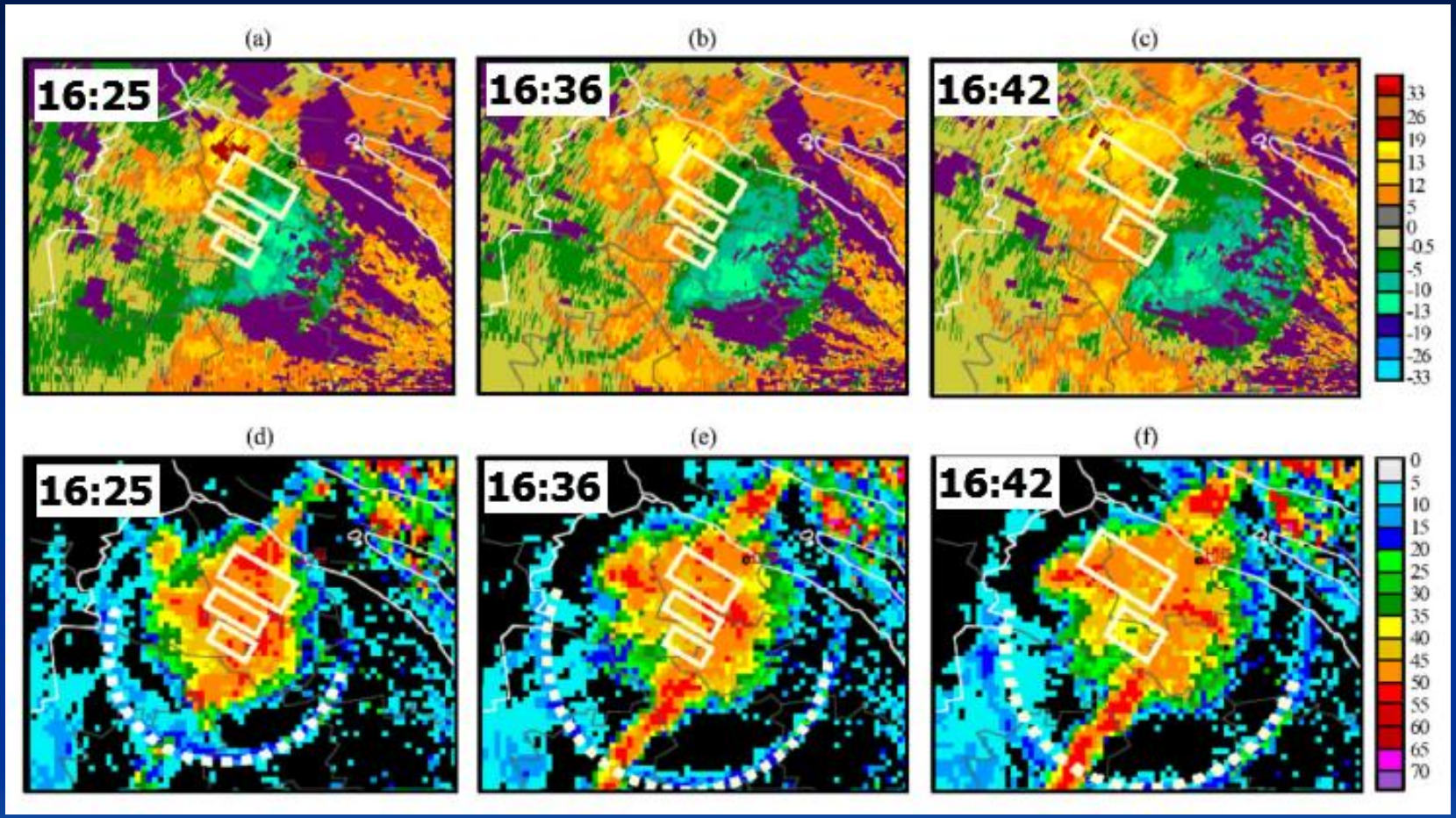


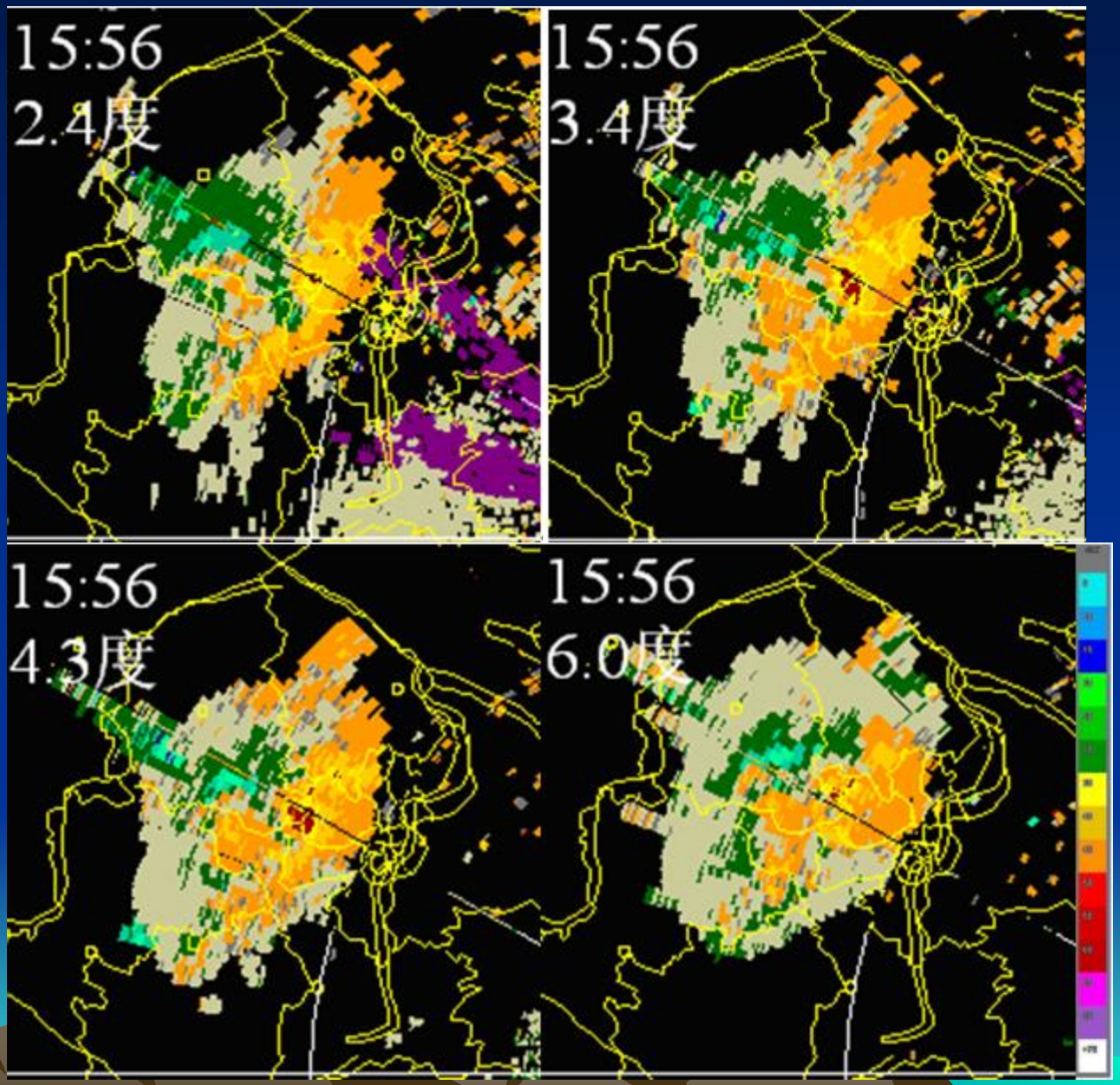


07/08/03 10:30 上海自动站

07/08/03 15:06 上海自动站


上海中心气象台WSR-88D基本资料显示系统-雷达: (31.01,121.89)
File Color Control Analysis Moments Overlay
20070803081342.raw: First radial time 8:13:42 UT - Elevation 0.5 degrees
dBZ
6
10
15
20
25
30
35
40
NWS/NSSL--SMC
CAPPI 3.0
VCP 21
0.5 1.5
2.4 3.4
4.3 6.0
9.9 14.6
19.5
kft
km
Time (min)
6 km
0.5 km
左键-光标定位; 中键-图像中心定位; 右键-恢复原中心
Cursor from radar [107.2,-91.0] kilometers (Azran [130.3,140.6])
开始
IRAS
C:\WINDOWS\syste...
上海中心气象台WS...
未命名 - 画图
Wilk et al. 1979/The COMET Program


(a)
16:25
(b)
16:36
(c)
16:42
33
26
19
13
12
5
0
-0.5
-5
-10
-13
-19
-26
-33
(d)
16:25
(e)
16:36
(f)
16:42
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60
65
70

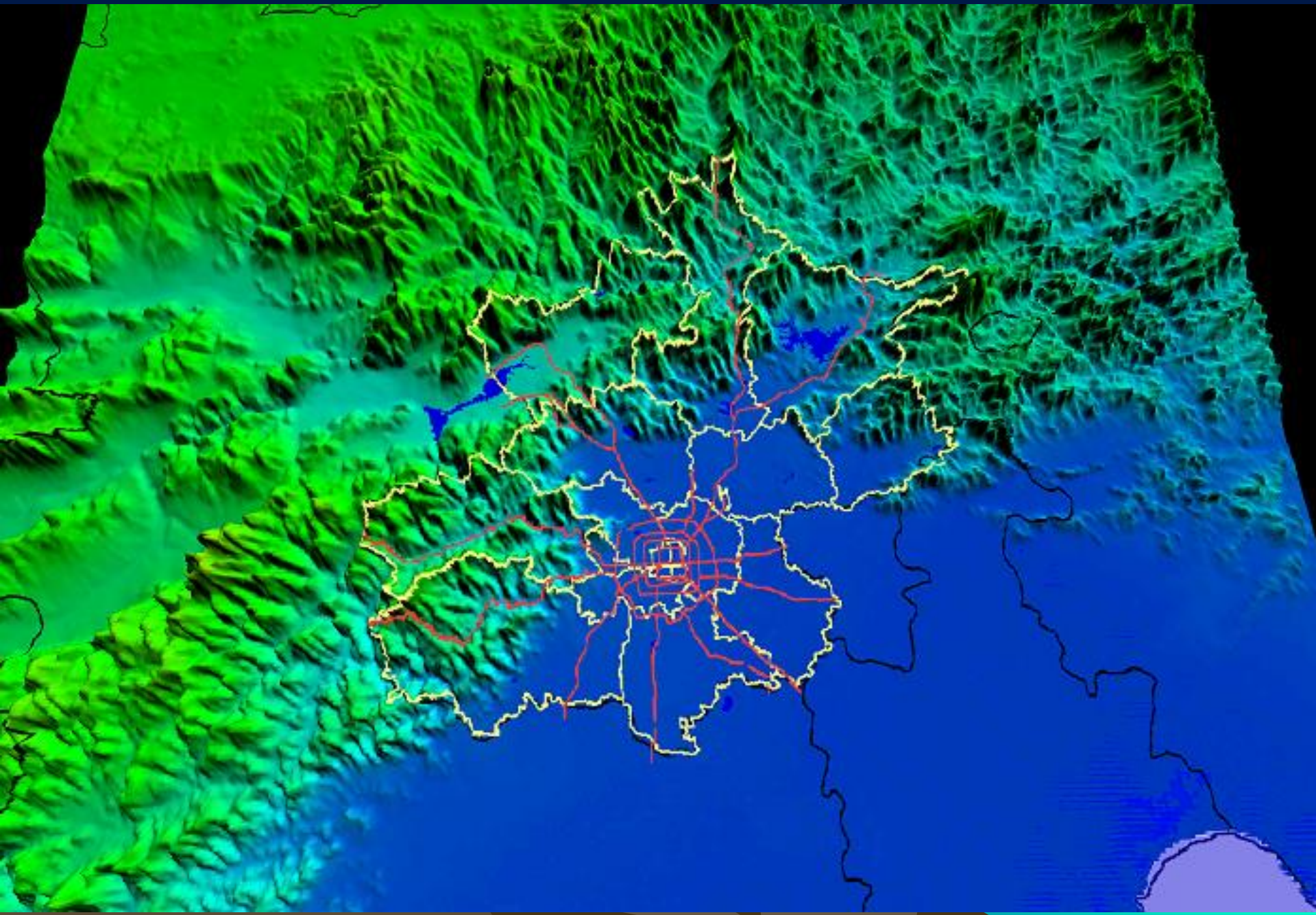

15:56
2.4度
15:56
3.4度
15:56
4.3度
15:56
6.0度

显著垂直风切变情况下移动性对流系统导致的雷暴大风

- 2007年7月7日晚北京雷暴大风；
- 2011年4月17日广东雷暴大风强冰雹；

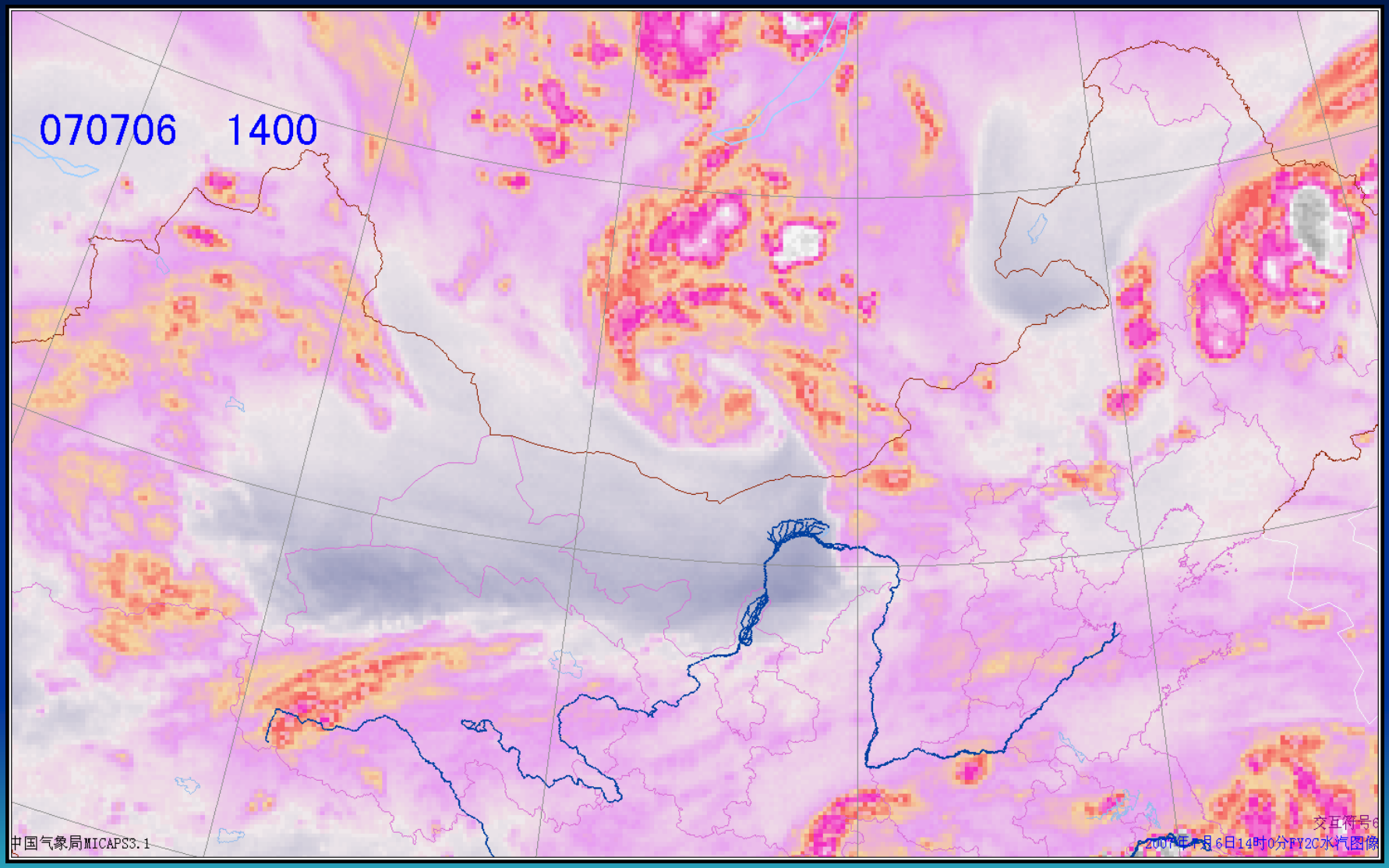
2007年7月7日晚北京雷暴大风

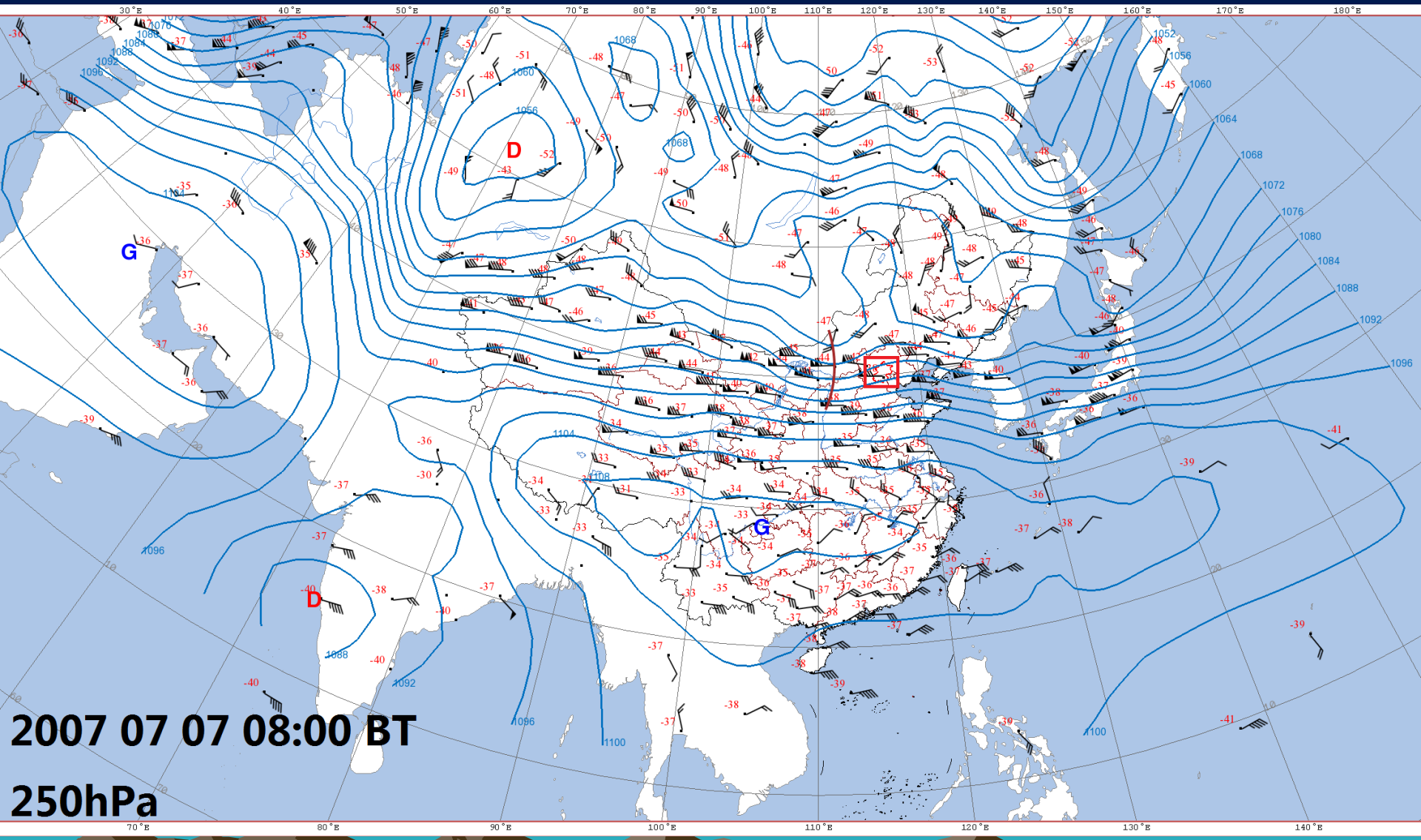
- 环境背景;
- 雷达回波特征;

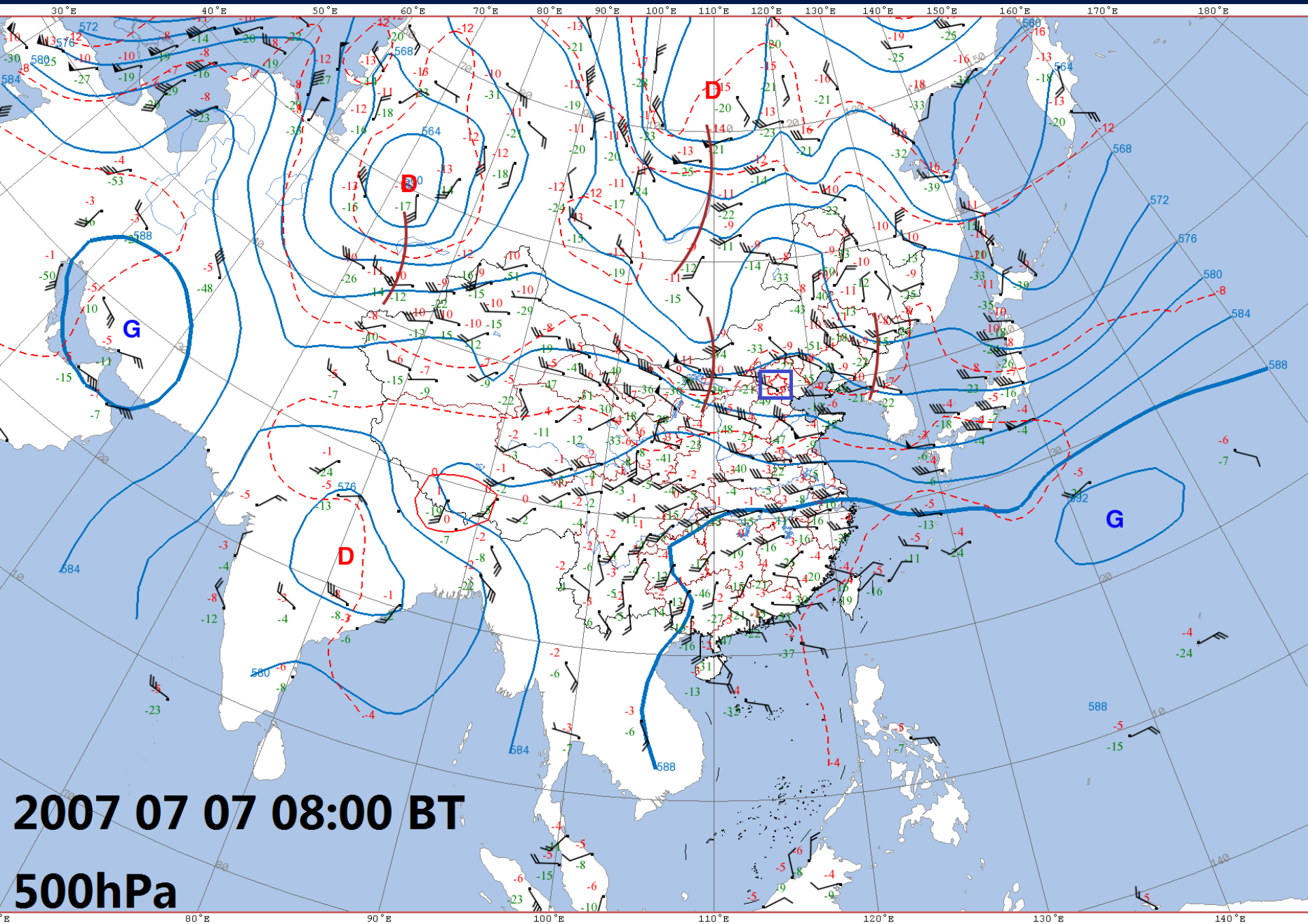


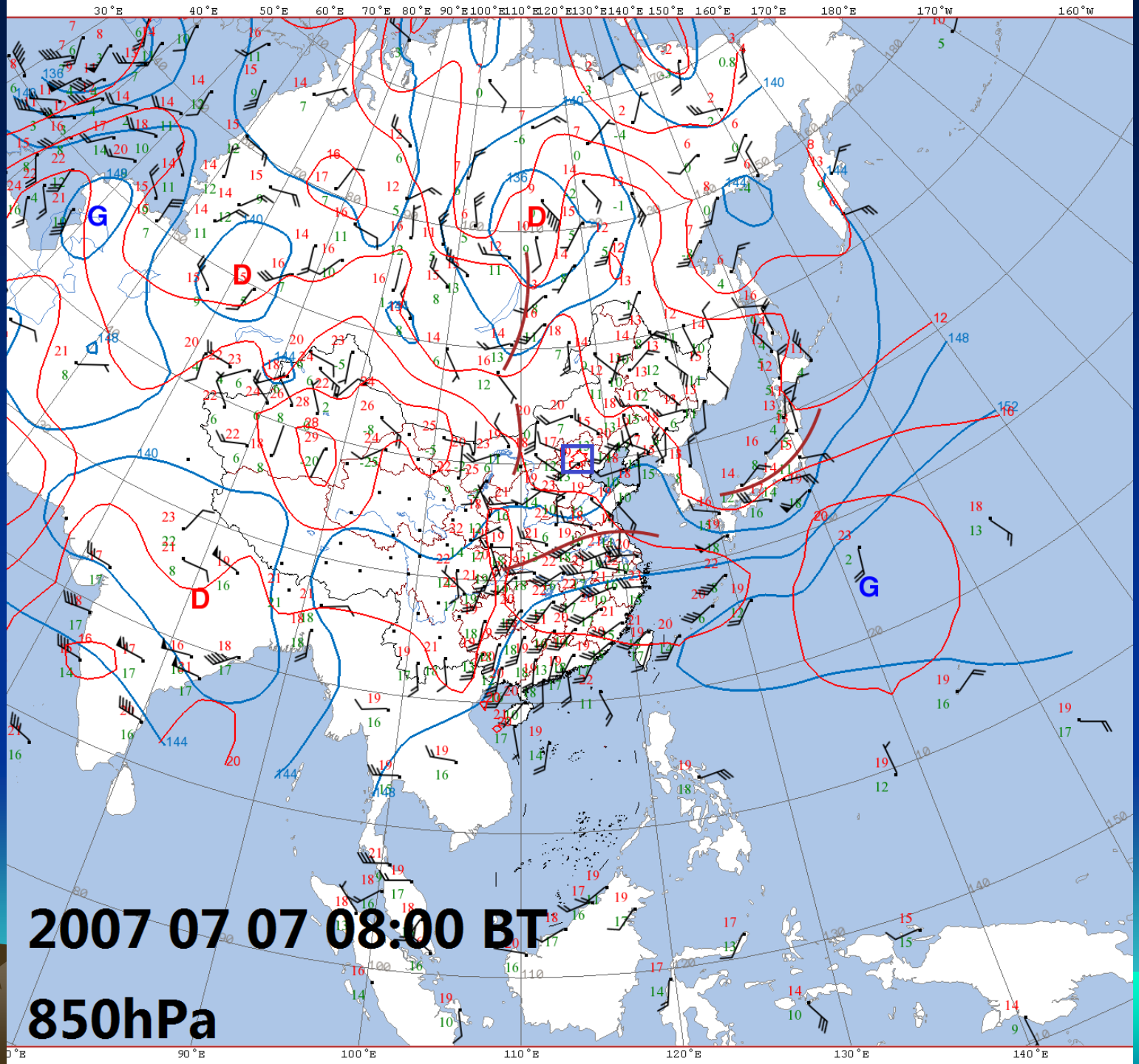
Weather Pattern

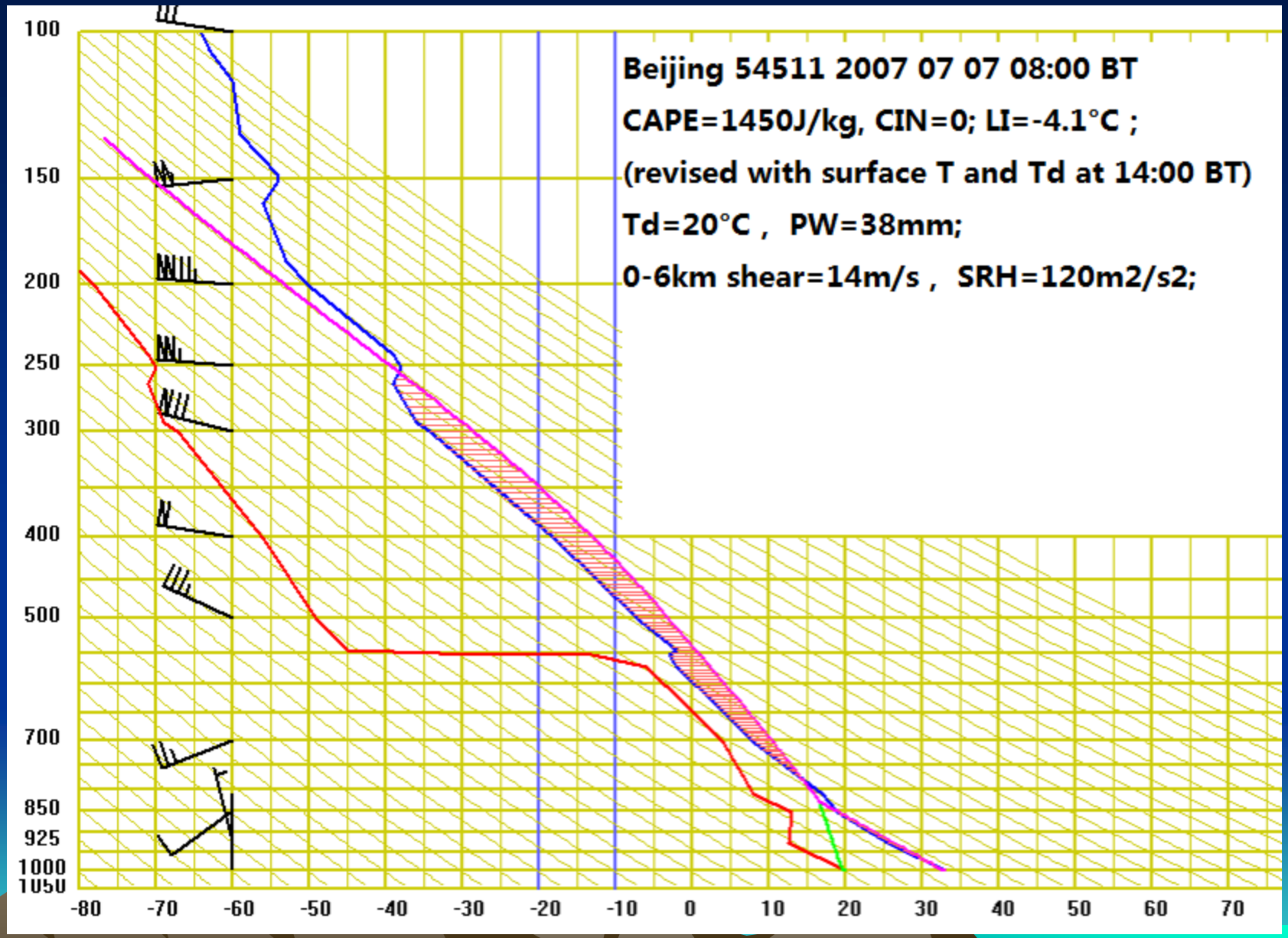
Water Vapor channel movie： 2007 0706 1400 – 0707 2000

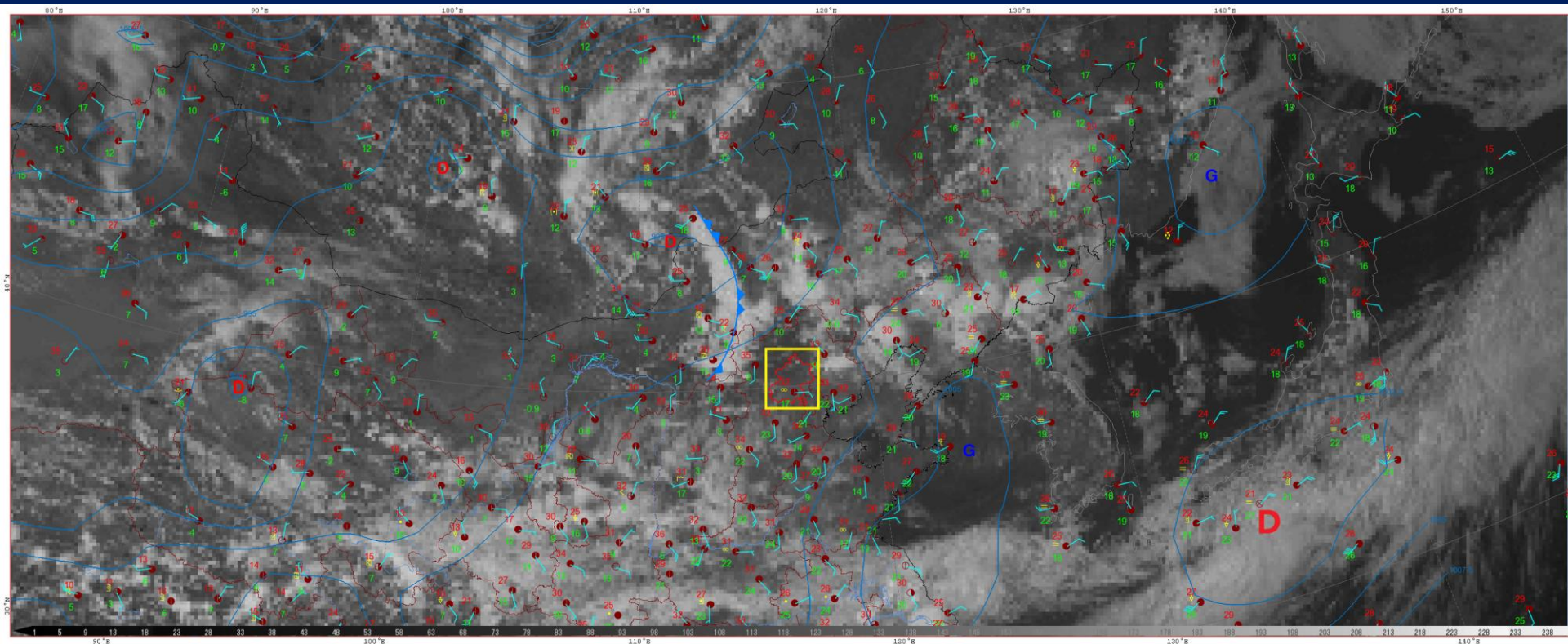


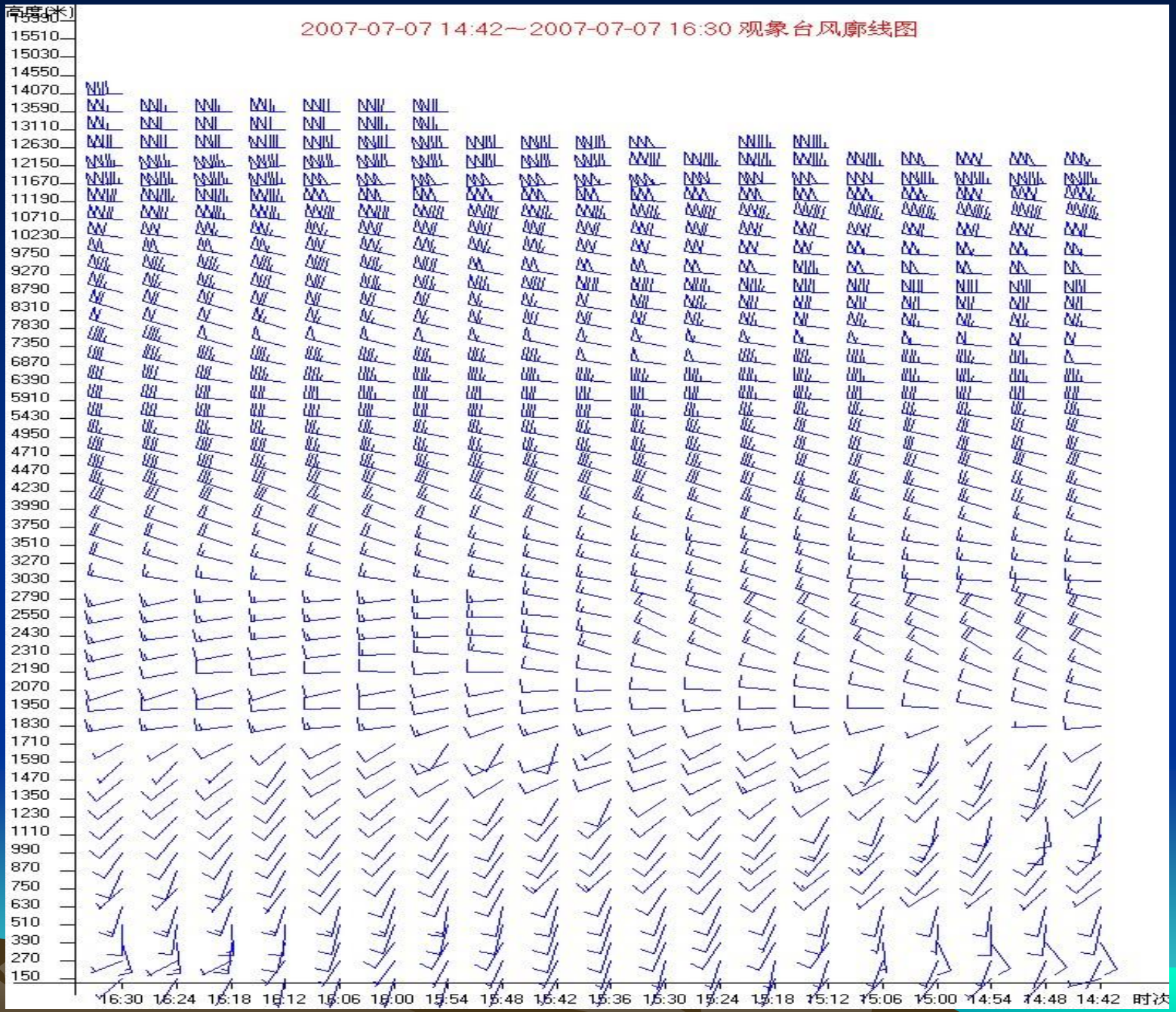

2007 07 07 08:00 BT
250hPa


2007 07 07 08:00 BT
500hPa

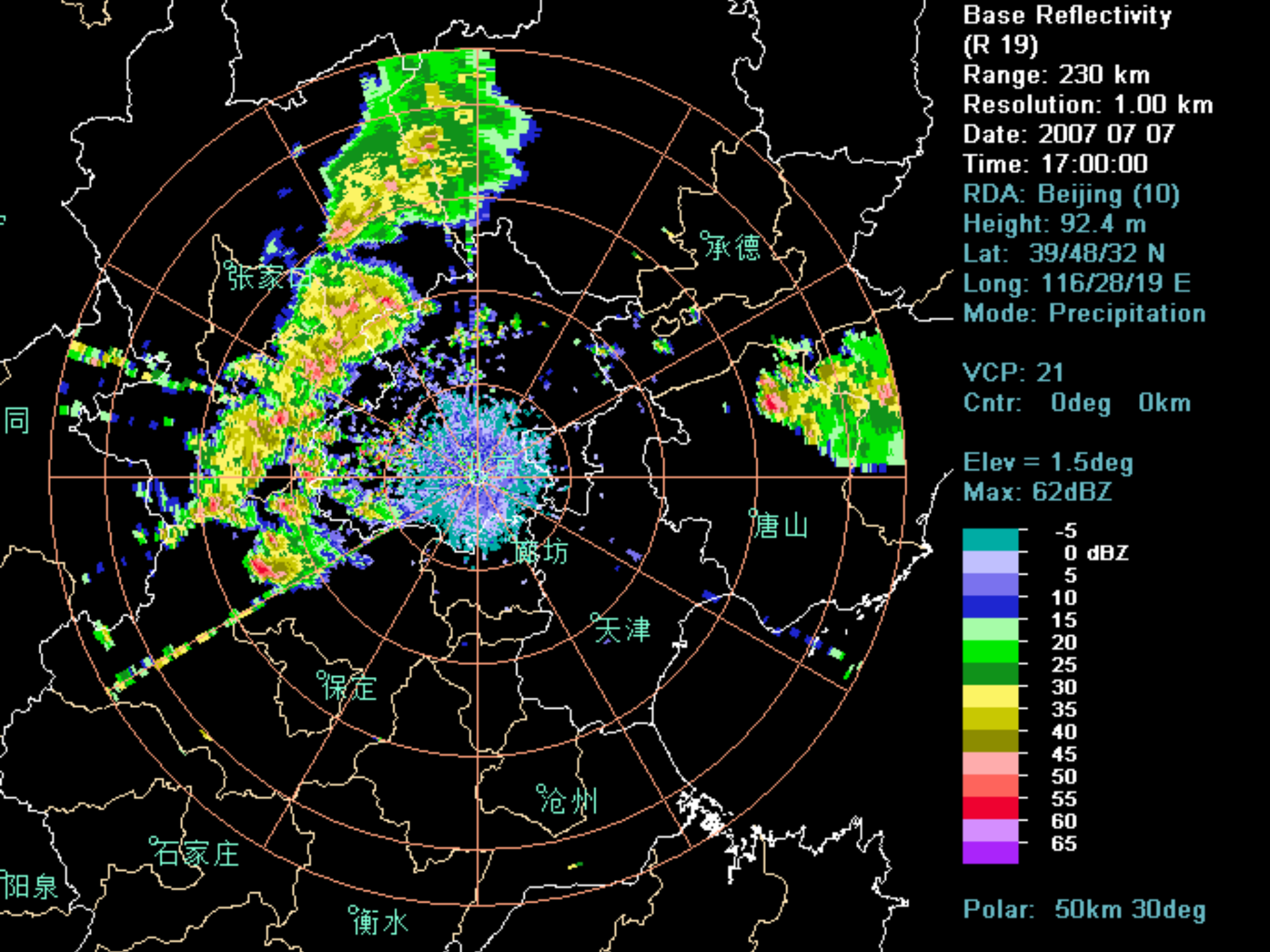

30°E 40°E 50°E 60°E 70°E 80°E 90°E 100°E 110°E 120°E 130°E 140°E 150°E 160°E 170°E 180°E 170°W 160°W
G
D
D
D
G
2007 07 07 08:00 BT
850hPa
90°E 100°E 110°E 120°E 130°E 140°E

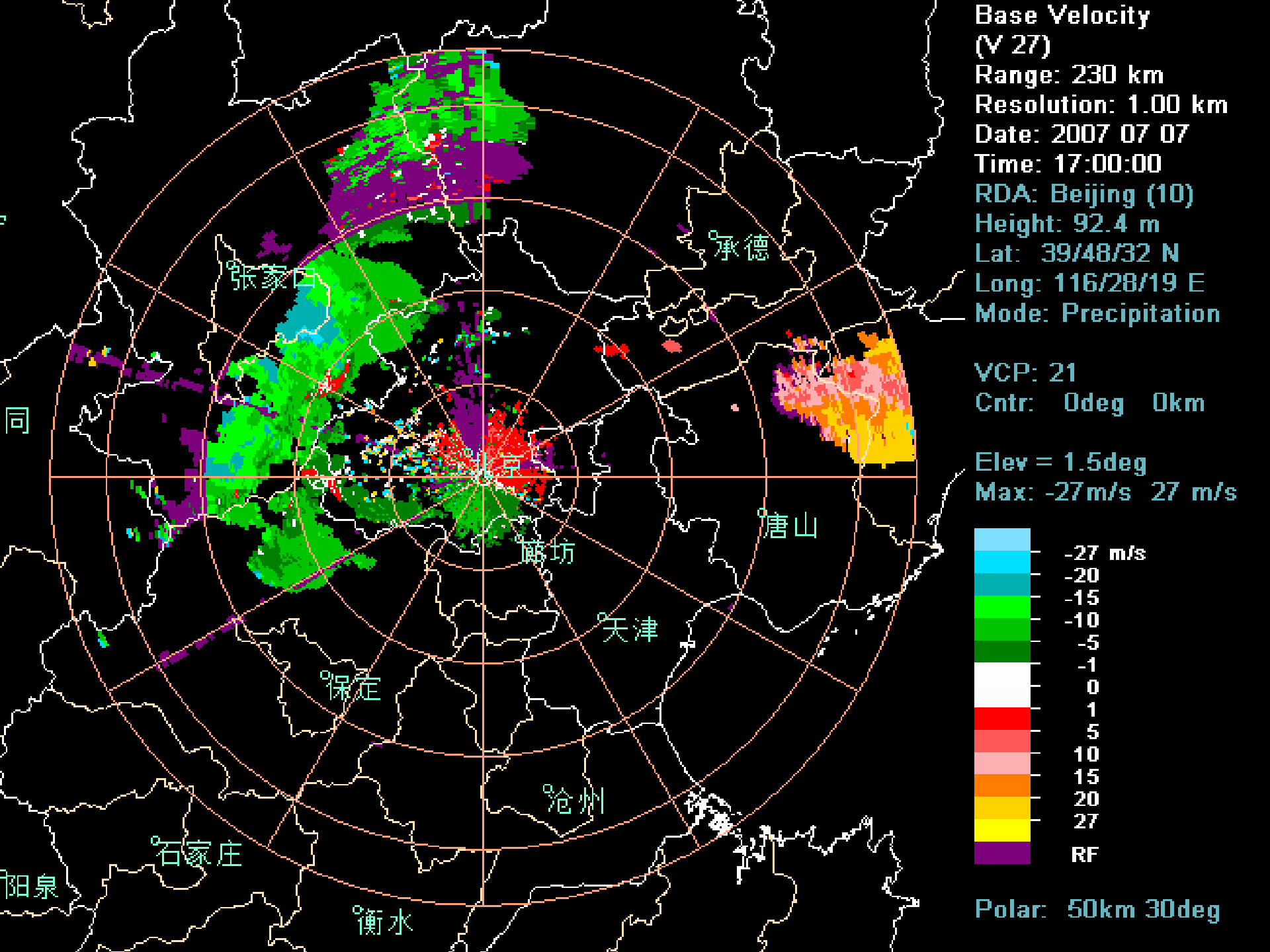

Beijing 54511 2007 07 07 08:00 BT
CAPE=1450J/kg, CIN=0; LI=-4.1°C ;
(revised with surface T and Td at 14:00 BT)
Td=20°C , PW=38mm;
0-6km shear=14m/s , SRH=120m2/s2;
100
150
200
250
300
400
500
700
850
925
1000
1050
-80
-70
-60
-50
-40
-30
-20
-10
0
10
20
30
40
50
60
70

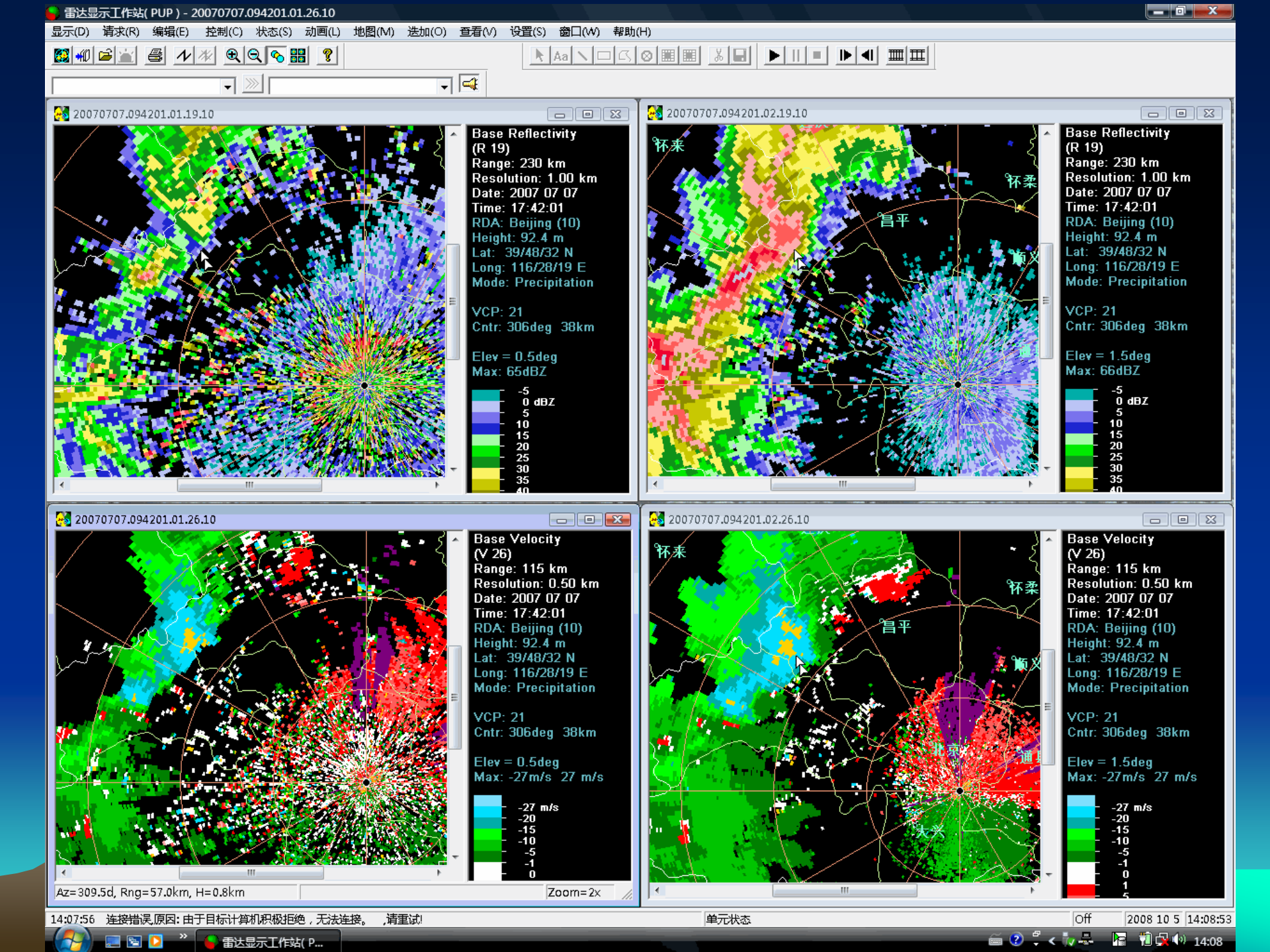

80°E
90°E
100°E
110°E
120°E
130°E
140°E
150°E
40°N
30°N
D
D
D
G
G
D


2007-07-07 14:42—2007-07-07 16:30 观象台风廓线图
高度(米)
15990
15510
15030
14550
14070
13590
13110
12630
12150
11670
11190
10710
10230
9750
9270
8790
8310
7830
7350
6870
6390
5910
5430
4950
4710
4470
4230
3990
3750
3510
3270
3030
2790
2550
2430
2310
2190
2070
1950
1830
1710
1590
1470
1350
1230
1110
990
870
750
630
510
390
270
150
16:30 16:24 16:18 16:12 16:06 16:00 15:54 15:48 15:42 15:36 15:30 15:24 15:18 15:12 15:06 15:00 14:54 14:48 14:42 时次

Radar Echo

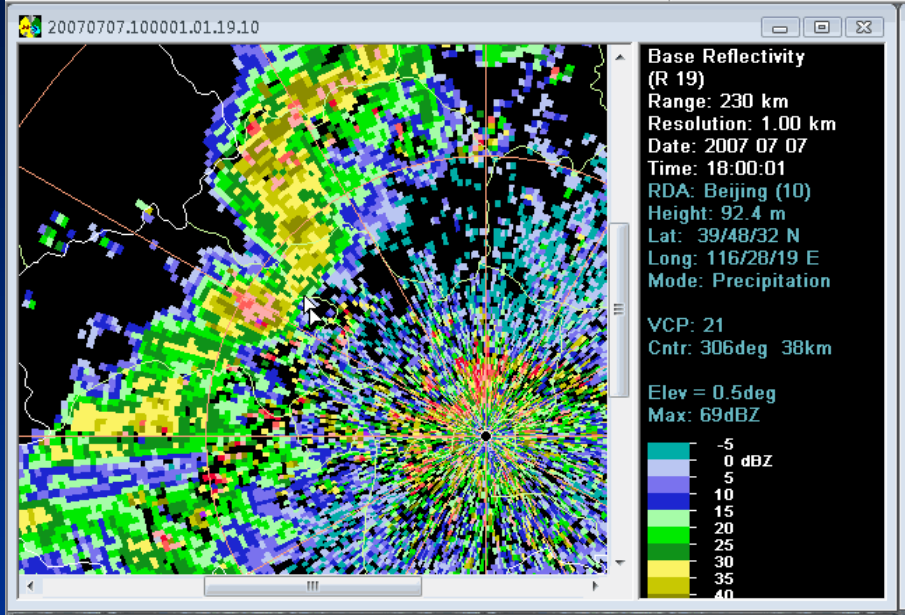

Base Reflectivity
(R 19)
Range: 230 km
Resolution: 1.00 km
Date: 2007 07 07
Time: 17:00:00
RDA: Beijing (10)
Height: 92.4 m
Lat: 39/48/32 N
Long: 116/28/19 E
Mode: Precipitation
VCP: 21
Cntr: 0deg 0km
Elev = 1.5deg
Max: 62dBZ
-5
0 dBZ
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60
65
Polar: 50km 30deg
张家口
承德
唐山
廊坊
天津
保定
沧州
石家庄
衡水
同
阳泉

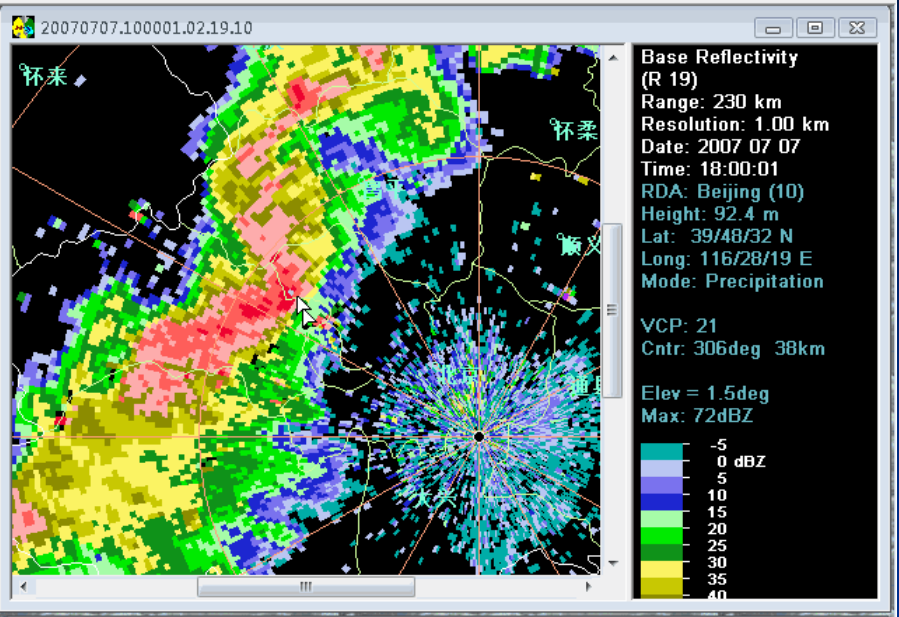

Base Velocity
(V 27)
Range: 230 km
Resolution: 1.00 km
Date: 2007 07 07
Time: 17:00:00
RDA: Beijing (10)
Height: 92.4 m
Lat: 39/48/32 N
Long: 116/28/19 E
Mode: Precipitation
VCP: 21
Cntr: 0deg 0km
Elev = 1.5deg
Max: -27m/s 27 m/s
-27 m/s
-20
-15
-10
-5
-1
0
1
5
10
15
20
27
RF
Polar: 50km 30deg
张家口
承德
北京
唐山
廊坊
天津
保定
沧州
石家庄
衡水

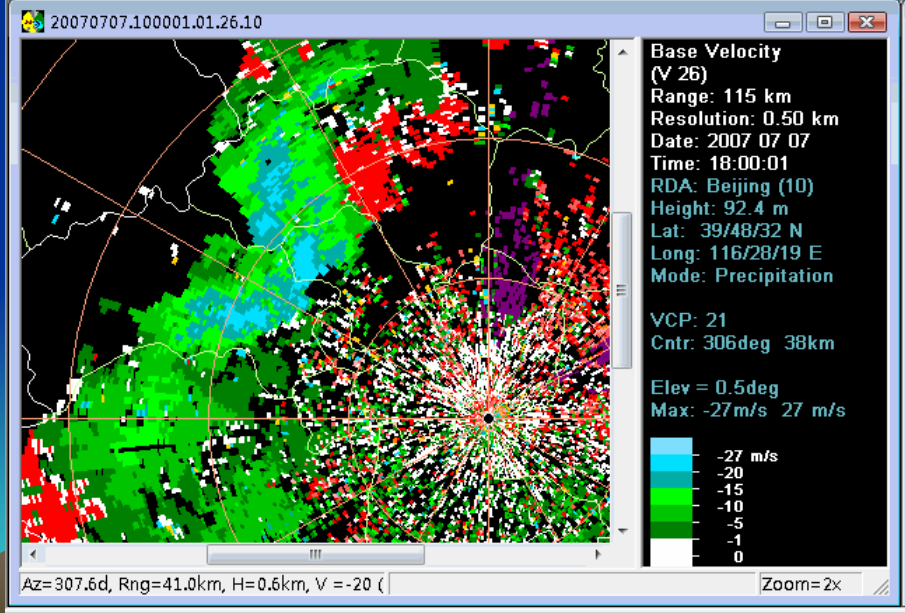

雷达显示工作站(PUP) - 20070707.094201.01.26.10
显示(D) 请求(R) 编辑(E) 控制(C) 状态(S) 动画(L) 地图(M) 迭加(O) 查看(V) 设置(S) 窗口(W) 帮助(H)
20070707.094201.01.19.10
Base Reflectivity
(R 19)
Range: 230 km
Resolution: 1.00 km
Date: 2007 07 07
Time: 17:42:01
RDA: Beijing (10)
Height: 92.4 m
Lat: 39/48/32 N
Long: 116/28/19 E
Mode: Precipitation
VCP: 21
Cntr: 306deg 38km
Elev = 0.5deg
Max: 65dBZ
-5
0 dBZ
5
10
15
20
25
30
35
40
20070707.094201.02.19.10
怀来
怀柔
昌平
顺义
Base Reflectivity
(R 19)
Range: 230 km
Resolution: 1.00 km
Date: 2007 07 07
Time: 17:42:01
RDA: Beijing (10)
Height: 92.4 m
Lat: 39/48/32 N
Long: 116/28/19 E
Mode: Precipitation
VCP: 21
Cntr: 306deg 38km
Elev = 1.5deg
Max: 66dBZ
-5
0 dBZ
5
10
15
20
25
30
35
40
20070707.094201.01.26.10
Base Velocity
(V 26)
Range: 115 km
Resolution: 0.50 km
Date: 2007 07 07
Time: 17:42:01
RDA: Beijing (10)
Height: 92.4 m
Lat: 39/48/32 N
Long: 116/28/19 E
Mode: Precipitation
VCP: 21
Cntr: 306deg 38km
Elev = 0.5deg
Max: -27m/s 27 m/s
-27 m/s
-20
-15
-10
-5
-1
0
Az=309.5d, Rng=57.0km, H=0.8km
Zoom=2x
20070707.094201.02.26.10
怀来
怀柔
昌平
顺义
北京
大兴
Base Velocity
(V 26)
Range: 115 km
Resolution: 0.50 km
Date: 2007 07 07
Time: 17:42:01
RDA: Beijing (10)
Height: 92.4 m
Lat: 39/48/32 N
Long: 116/28/19 E
Mode: Precipitation
VCP: 21
Cntr: 306deg 38km
Elev = 1.5deg
Max: -27m/s 27 m/s
-27 m/s
-20
-15
-10
-5
-1
0
1
5
14:07:56 连接错误,原因: 由于目标计算机积极拒绝，无法连接。 ,请重试!
单元状态
Off
2008 10 5 14:08:53
雷达显示工作站(P...
14:08

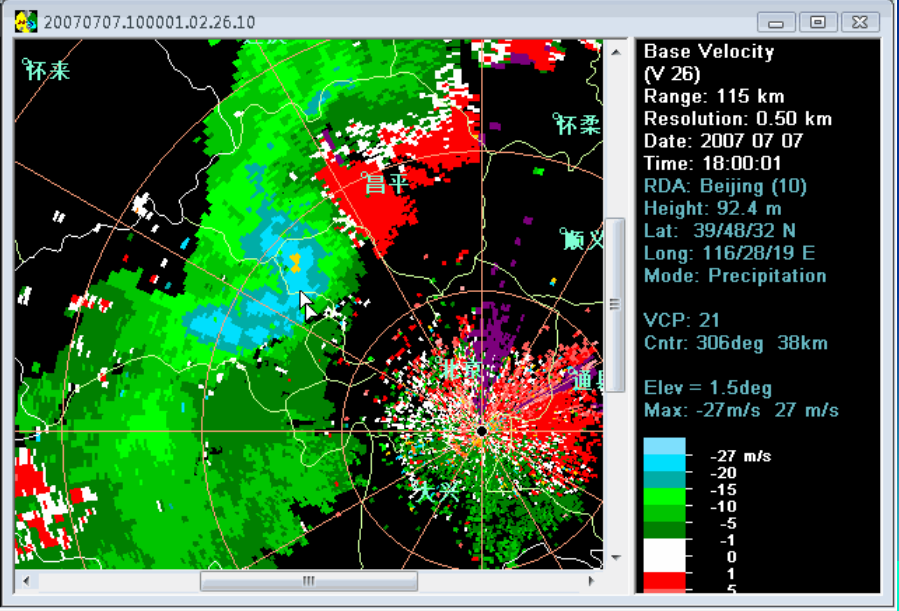
雷达显示工作站(PUP) - 20070707.100001.01.26.10

显示(D) 请求(R) 编辑(E) 控制(C) 状态(S) 动画(L) 地图(M) 选加(O) 查看(V) 设置(S) 窗口(W) 帮助(H)





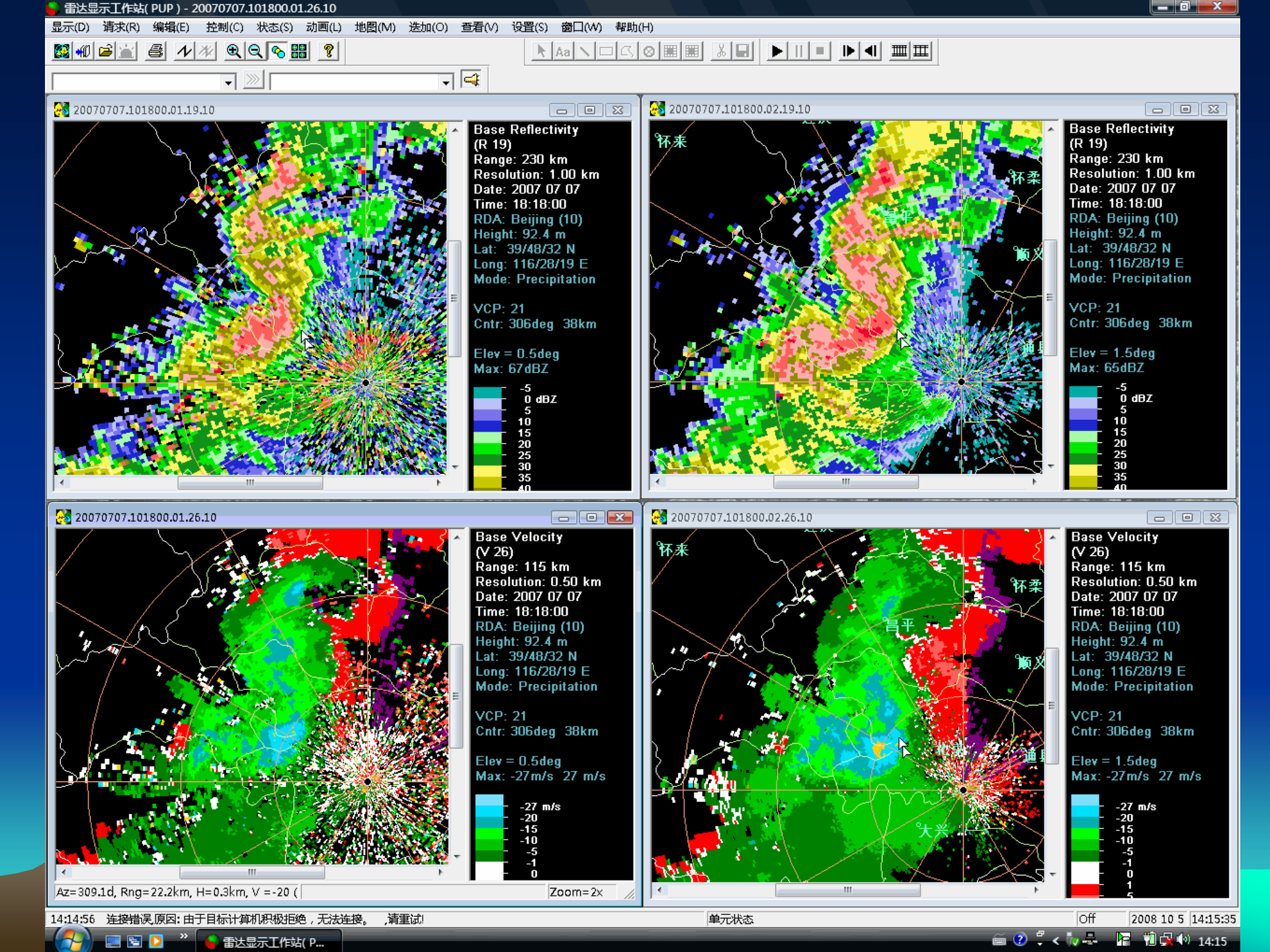


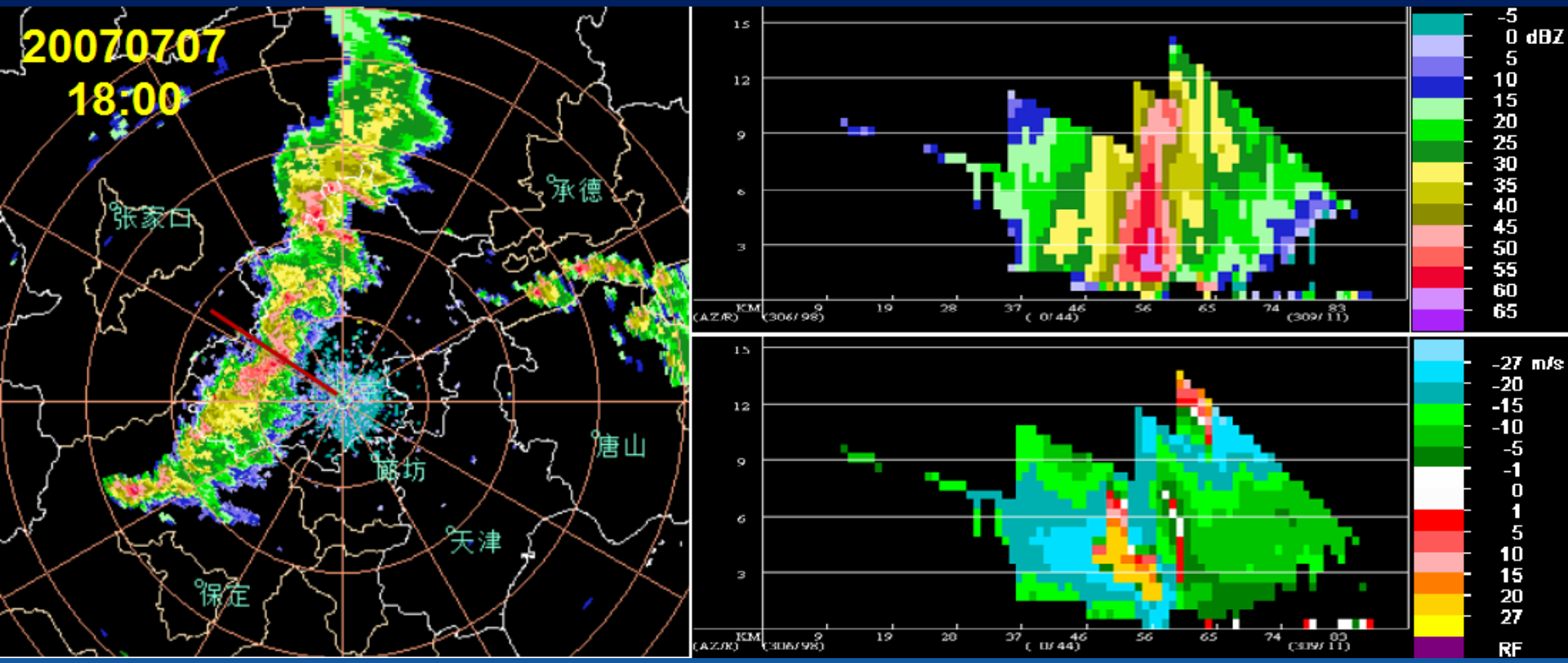


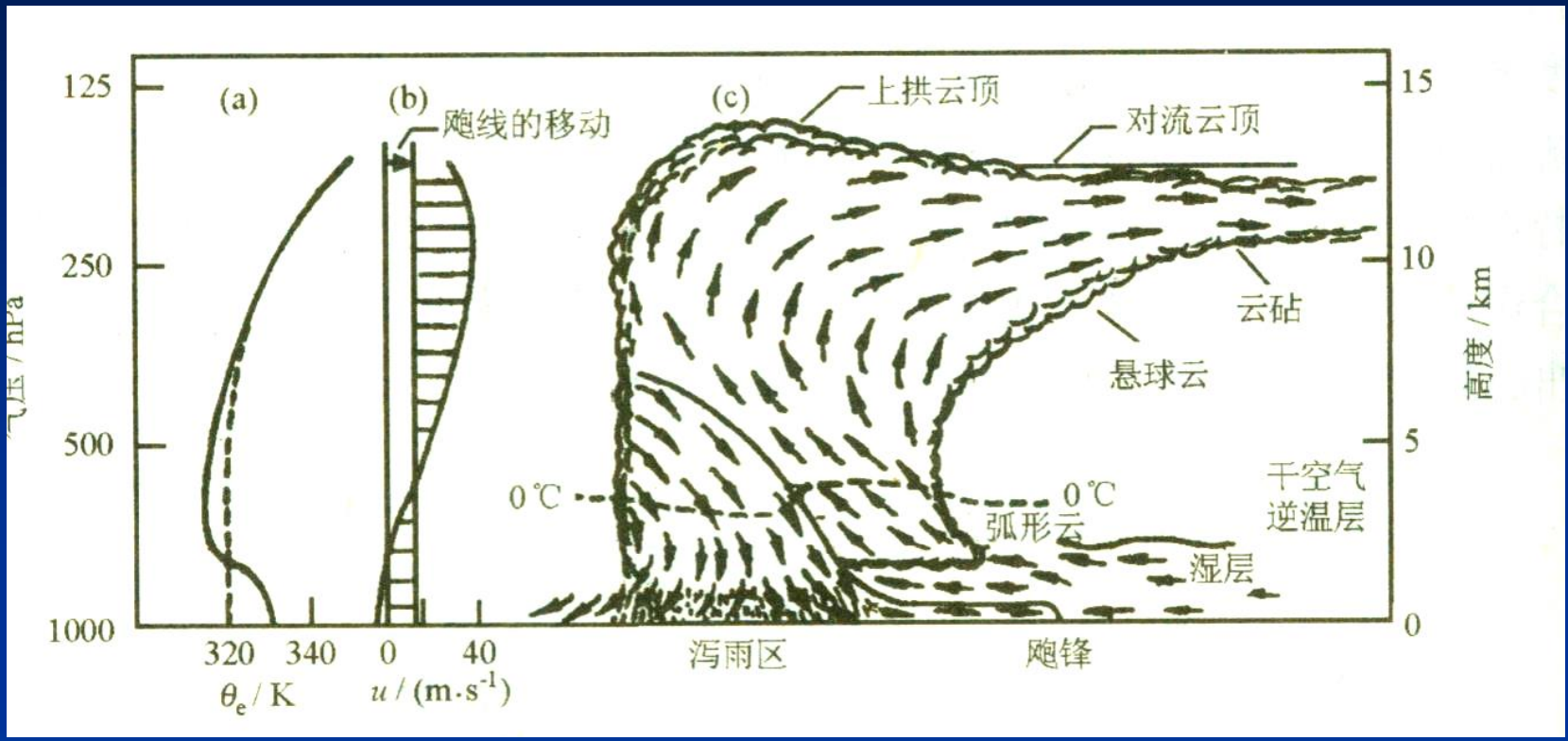
14:11:56 连接错误,原因: 由于目标计算机积极拒绝，无法连接。 ,请重试!

单元状态 Off 2008 10 5 14:12:29

雷达显示工作站(P... 14:12


雷达显示工作站(PUP) - 20070707.101800.01.26.10
显示(D) 请求(R) 编辑(E) 控制(C) 状态(S) 动画(L) 地图(M) 选加(O) 查看(V) 设置(S) 窗口(W) 帮助(H)
20070707.101800.01.19.10
Base Reflectivity
(R 19)
Range: 230 km
Resolution: 1.00 km
Date: 2007 07 07
Time: 18:18:00
RDA: Beijing (10)
Height: 92.4 m
Lat: 39/48/32 N
Long: 116/28/19 E
Mode: Precipitation
VCP: 21
Cntr: 306deg 38km
Elev = 0.5deg
Max: 67dBZ
-5
0 dBZ
5
10
15
20
25
30
35
40
20070707.101800.02.19.10
Base Reflectivity
(R 19)
Range: 230 km
Resolution: 1.00 km
Date: 2007 07 07
Time: 18:18:00
RDA: Beijing (10)
Height: 92.4 m
Lat: 39/48/32 N
Long: 116/28/19 E
Mode: Precipitation
VCP: 21
Cntr: 306deg 38km
Elev = 1.5deg
Max: 65dBZ
-5
0 dBZ
5
10
15
20
25
30
35
40
怀来
怀柔
昌平
顺义
20070707.101800.01.26.10
Base Velocity
(V 26)
Range: 115 km
Resolution: 0.50 km
Date: 2007 07 07
Time: 18:18:00
RDA: Beijing (10)
Height: 92.4 m
Lat: 39/48/32 N
Long: 116/28/19 E
Mode: Precipitation
VCP: 21
Cntr: 306deg 38km
Elev = 0.5deg
Max: -27m/s 27 m/s
-27 m/s
-20
-15
-10
-5
-1
0
Az=309.1d, Rng=22.2km, H=0.3km, V =-20 (
Zoom=2x
20070707.101800.02.26.10
Base Velocity
(V 26)
Range: 115 km
Resolution: 0.50 km
Date: 2007 07 07
Time: 18:18:00
RDA: Beijing (10)
Height: 92.4 m
Lat: 39/48/32 N
Long: 116/28/19 E
Mode: Precipitation
VCP: 21
Cntr: 306deg 38km
Elev = 1.5deg
Max: -27m/s 27 m/s
-27 m/s
-20
-15
-10
-5
-1
0
1
5
怀来
怀柔
昌平
顺义
大兴
14:14:56 连接错误,原因: 由于目标计算机积极拒绝，无法连接。 ,请重试!
单元状态
Off
2008 10 5
14:15:35
雷达显示工作站(P...
14:15


20070707
18:00
张家口
承德
唐山
廊坊
天津
保定
dBZ
m/s
RF


125
250
500
1000
气压 / hPa
(a)
(b)
(c)
飑线的移动
上拱云顶
对流云顶
云砧
悬球云
0℃
0℃
弧形云
干空气
逆温层
湿层
15
10
5
0
高度 / km
320
340
0
40
θ_e / K
u / (m·s^{-1})
泻雨区
飑锋

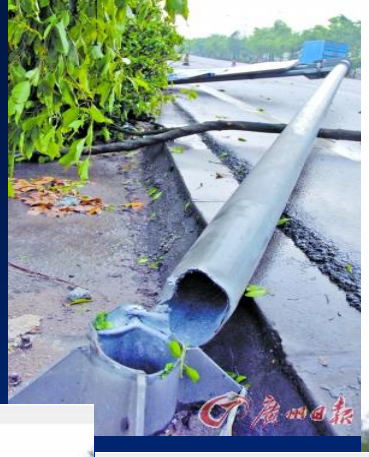
2011年4月17日广东雷暴大风强冰雹

- 天气背景
- 雷达回波特征

天气过程概述

- 2011年4月17日广东省广州、佛山、肇庆等地出现了强冰雹、雷暴大风等强对流天气。
- 9：30风暴从广西进入肇庆封开县，以50公里每小时左右的速度向东南方向移动，沿西江、珠江横穿德庆、高要、肇庆城区、、高明、南海、顺德、南沙等7个县市（区），影响时间约5h。
- 德庆、高要、高明、顺德、南沙部分乡镇先后出现冰雹，伴随灾害性雷暴大风，其中德庆悦城镇冰雹最大直径5 cm，持续时间约30 min。佛山、肇庆、广州等地短时间内出现了不同程度的人员伤亡和财产损失。









打开



打开



顺德勒流一工棚夷为平地，造成6死，多人受伤。赵西东 摄

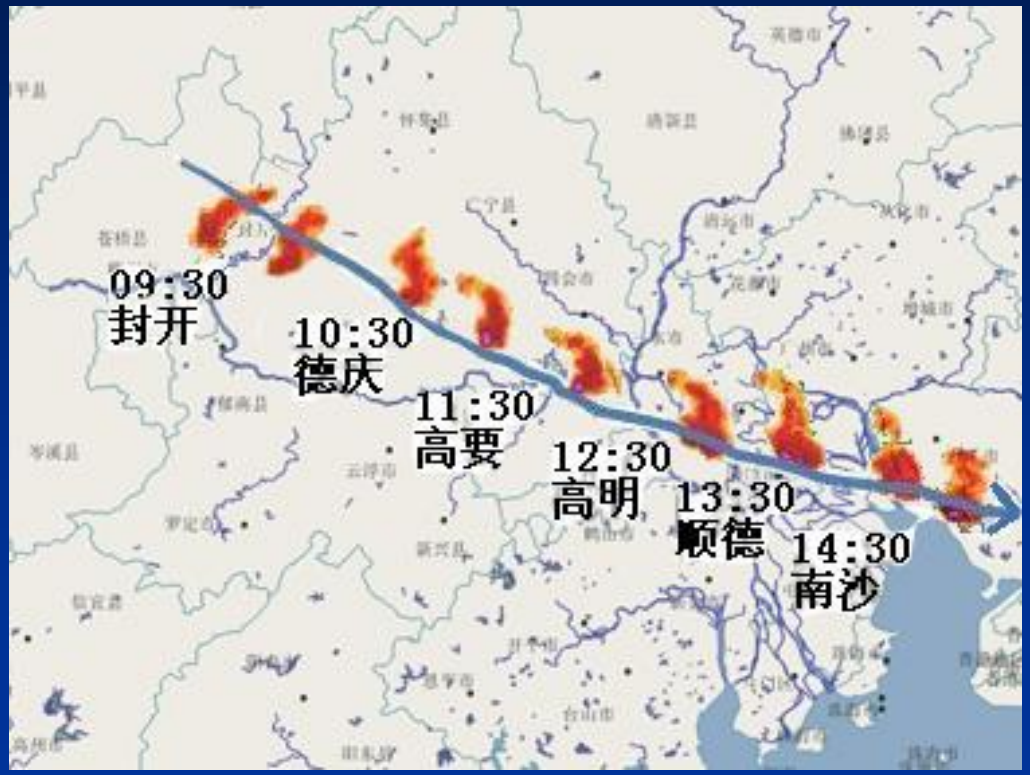




打开



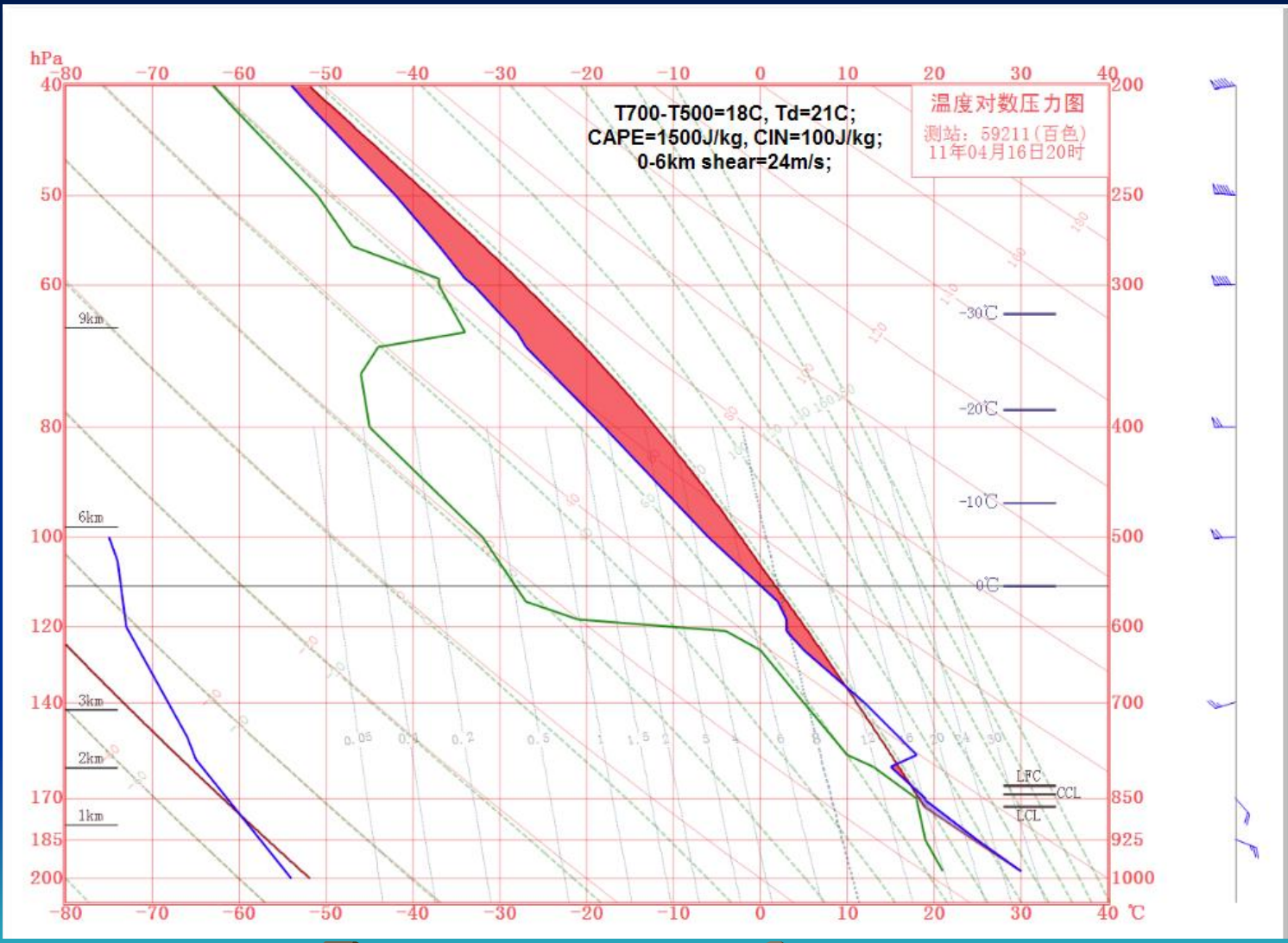

2011 04 17 0800 - 1400
9999 1121
1532
9999 1120
1536
9999 1123
1518
3908 1122
1529

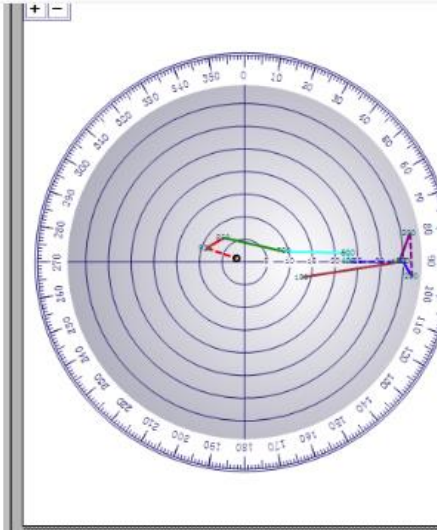

09:30
封开
10:30
德庆
11:30
高要
12:30
高明
13:30
顺德
14:30
南沙

对流风暴于16日晚起源于贵州广西交界处

- 探空
- 云图动画

2011 04 16 20:00 百色探空



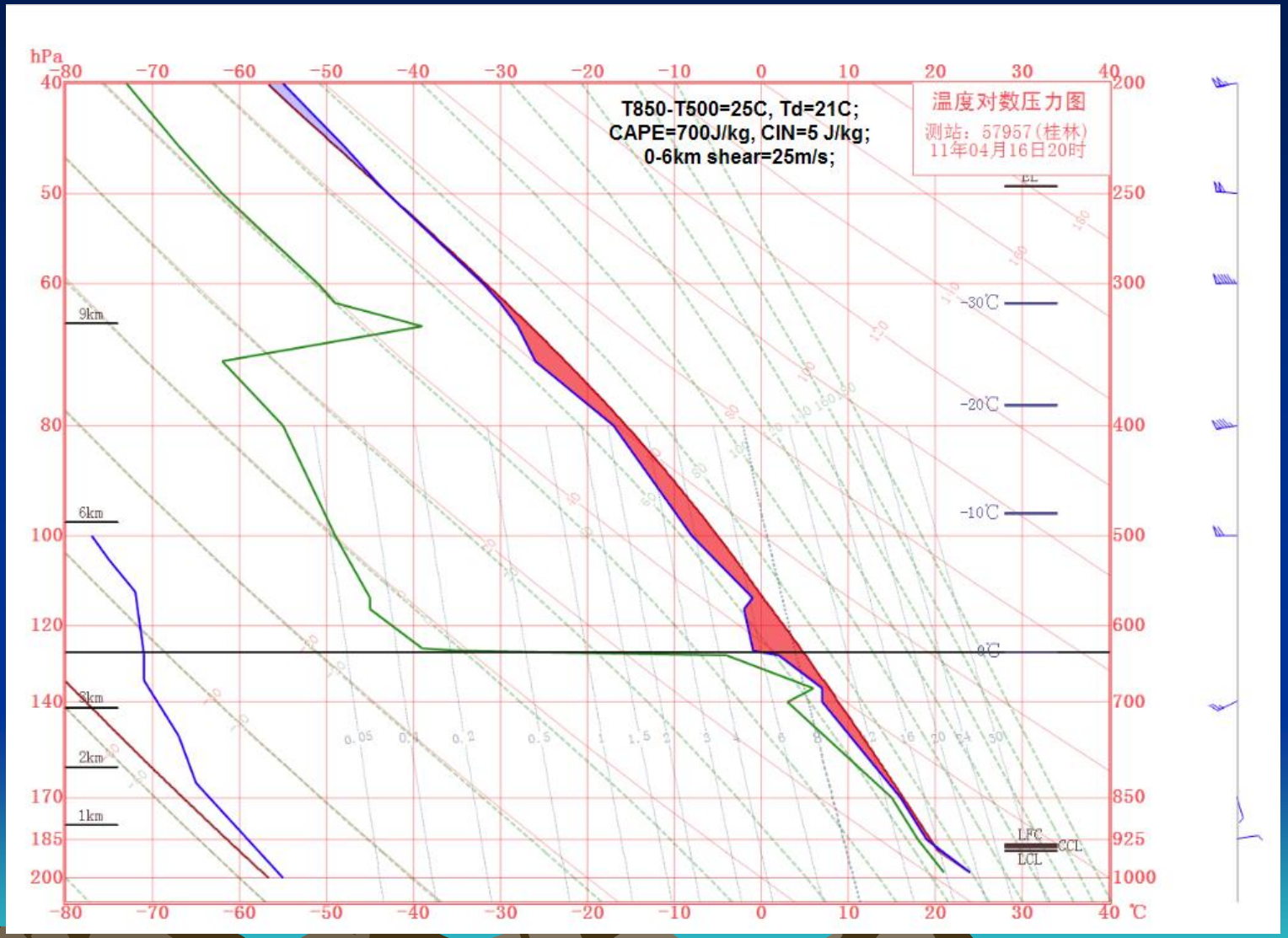


物理量分析列表

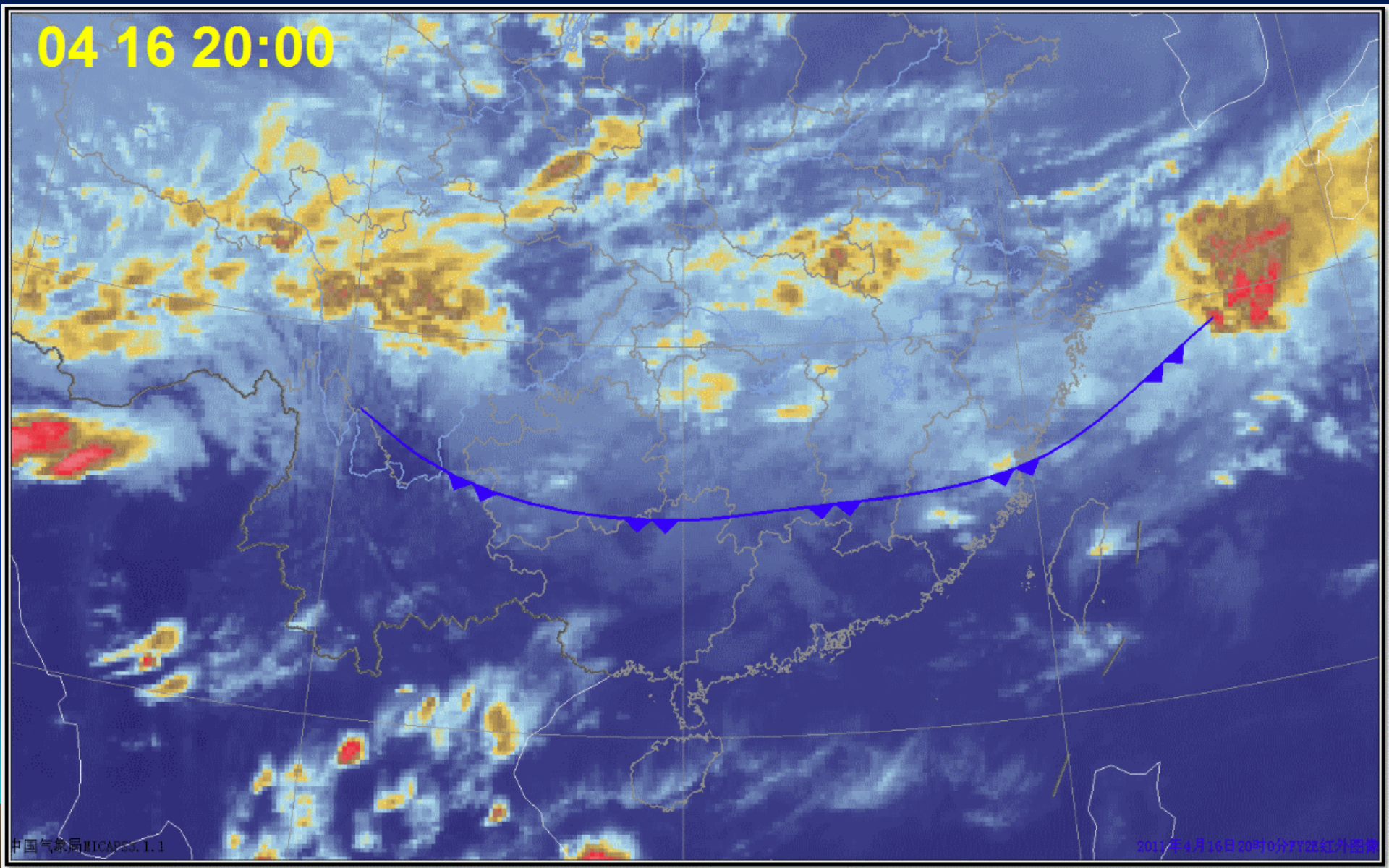
大气温湿类
层结稳定度类
动力类
热力动力综合类
能量指数类
特殊高度厚度
常用指数

名称	值	说明
A	-9	A指数
K	36	K指数
SI	-3.71	沙氏指数
Cape	1493.1	湿对流有效位能
w_cape	54.6	最大上升速度
CIN	25.2	对流抑制有效位能
SSI	280.2	风暴强度指数
TCL_P	864...	抬升凝结高度
ELC_P	176...	平衡高度
LFC_P	628.4	自由对流高度
ZH	4933.3	0度层位势高度

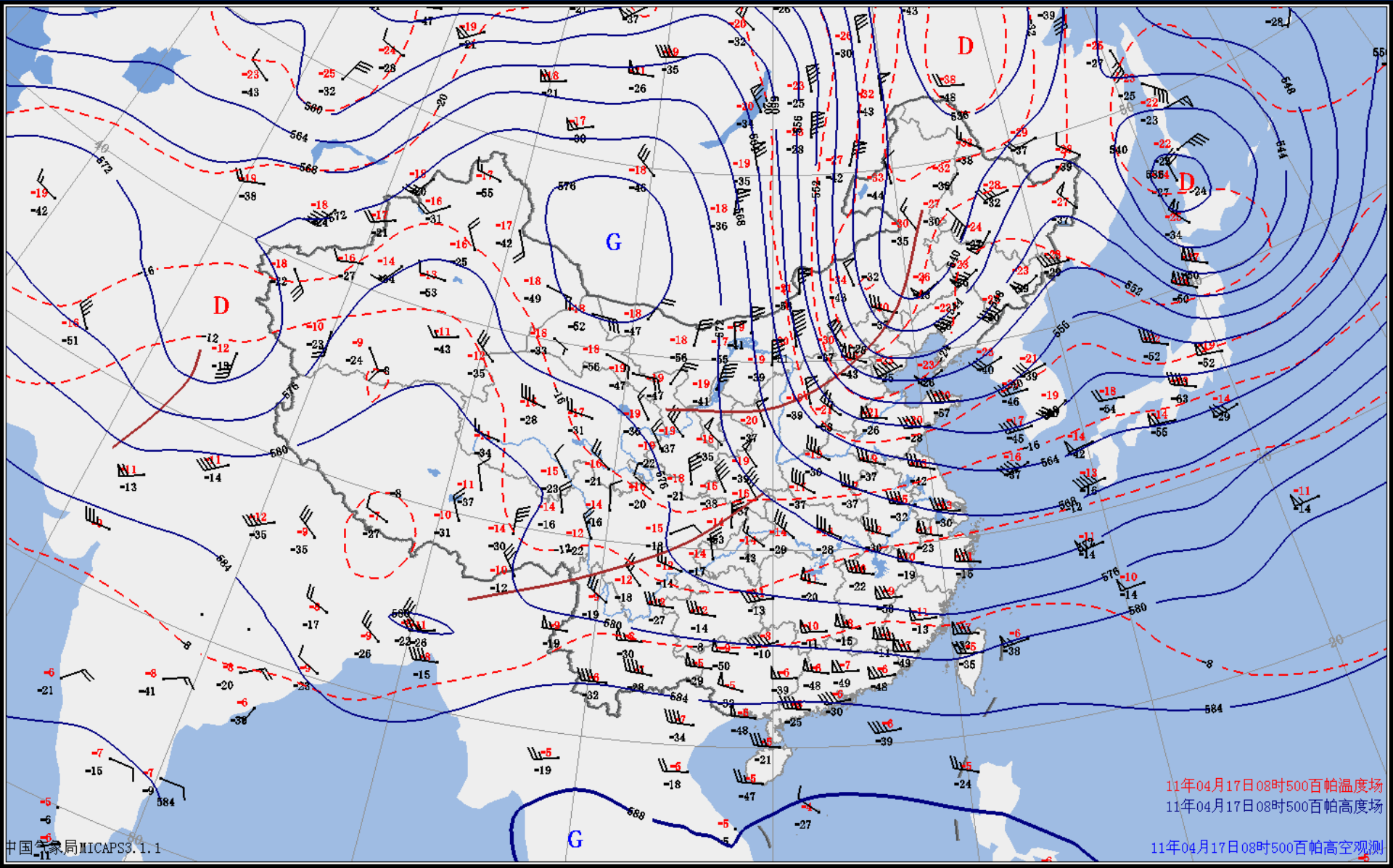
2011 04 16 20:00 桂林探空



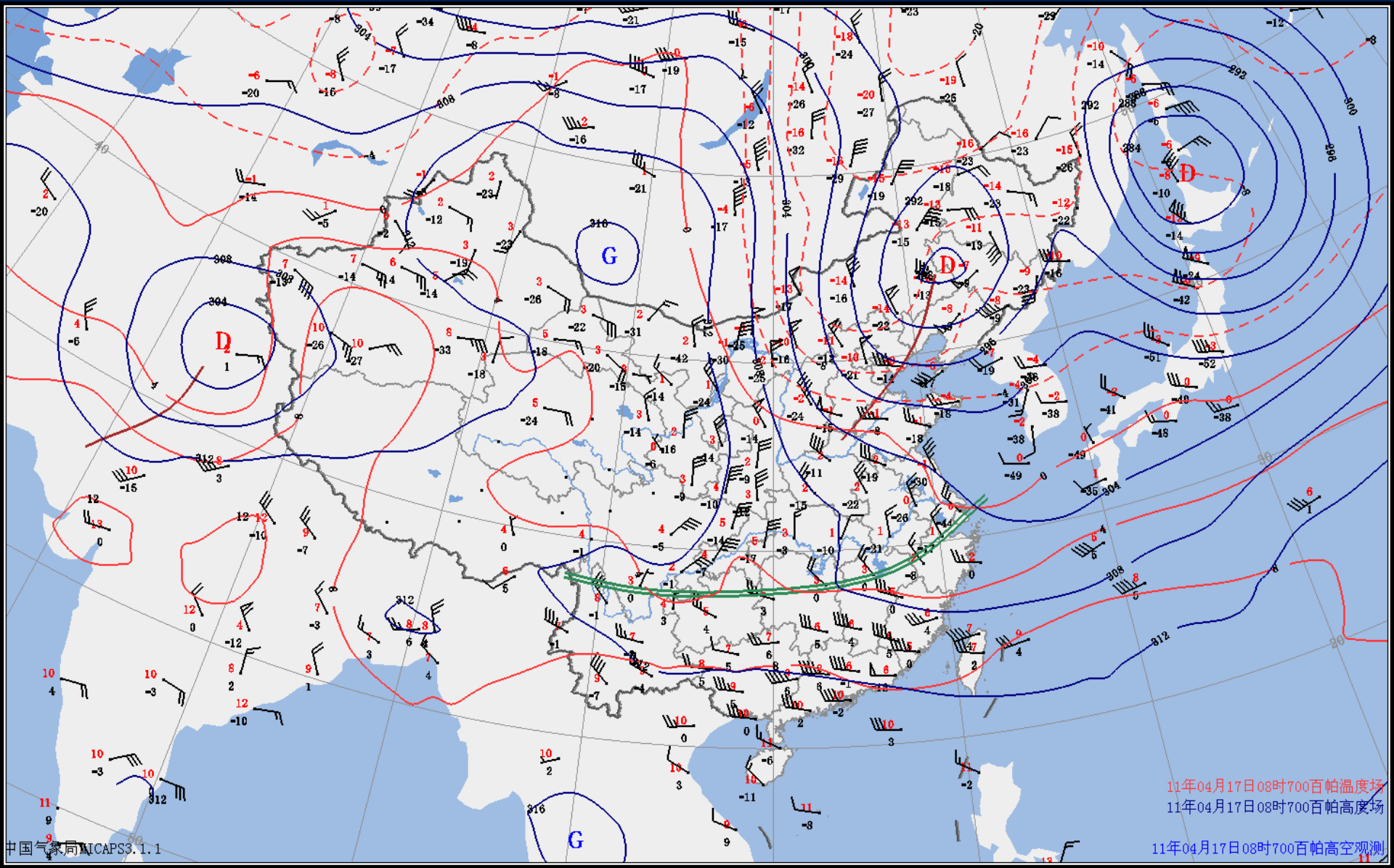
2011 04 16 20:00 – 04 17 16:00 红外云图动画
冷锋为16日20点地面冷锋



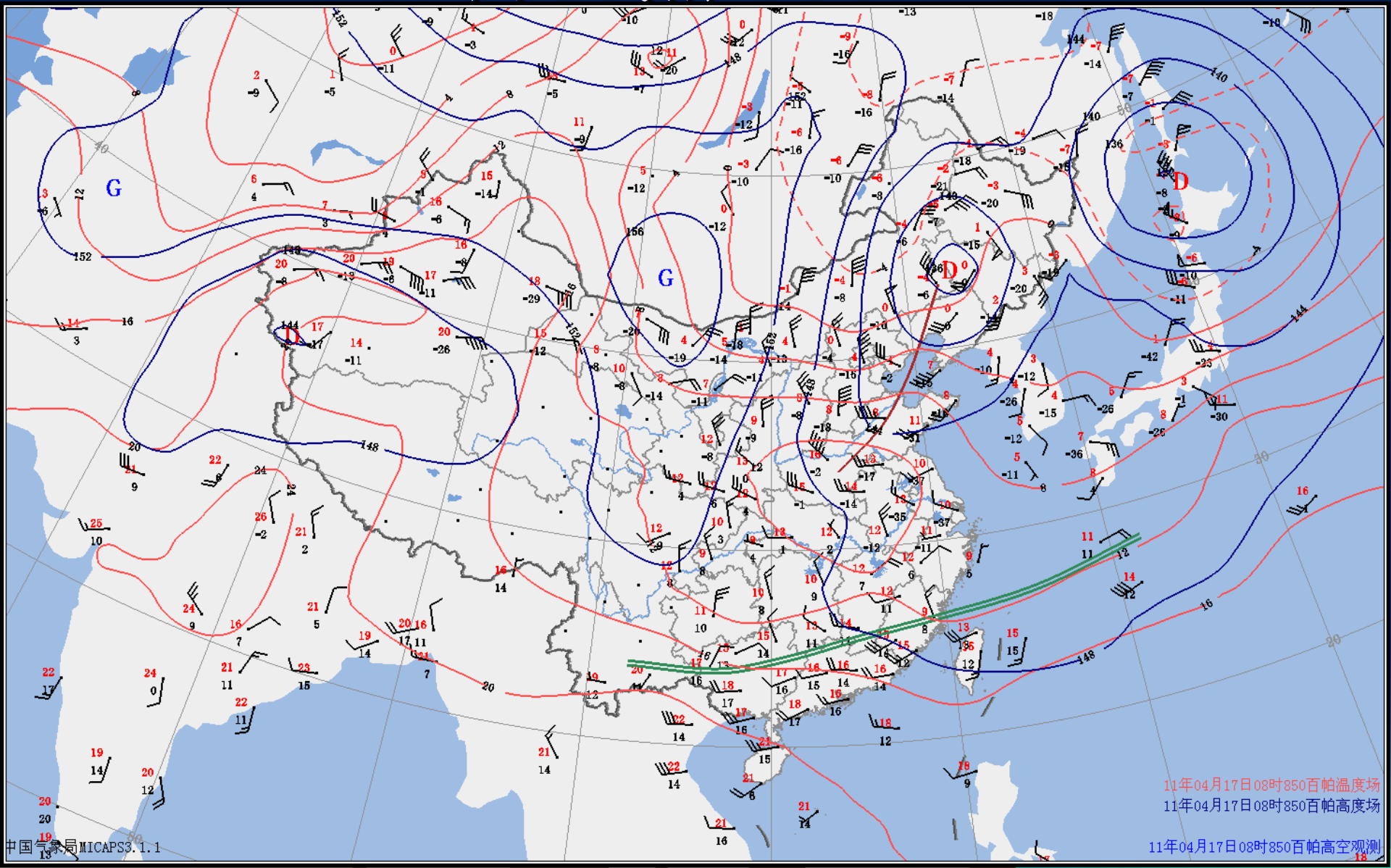
17日08点 500hPa

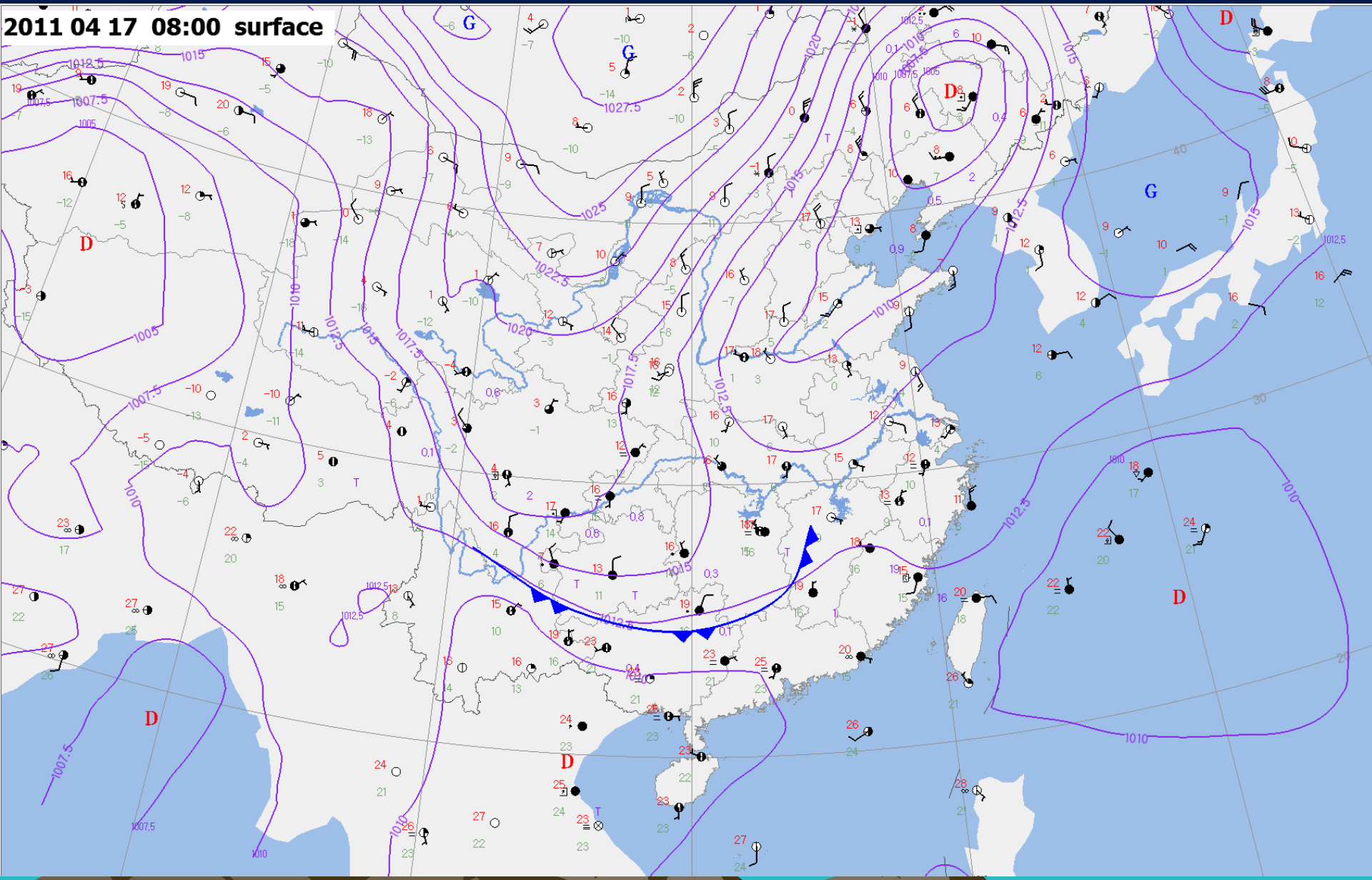


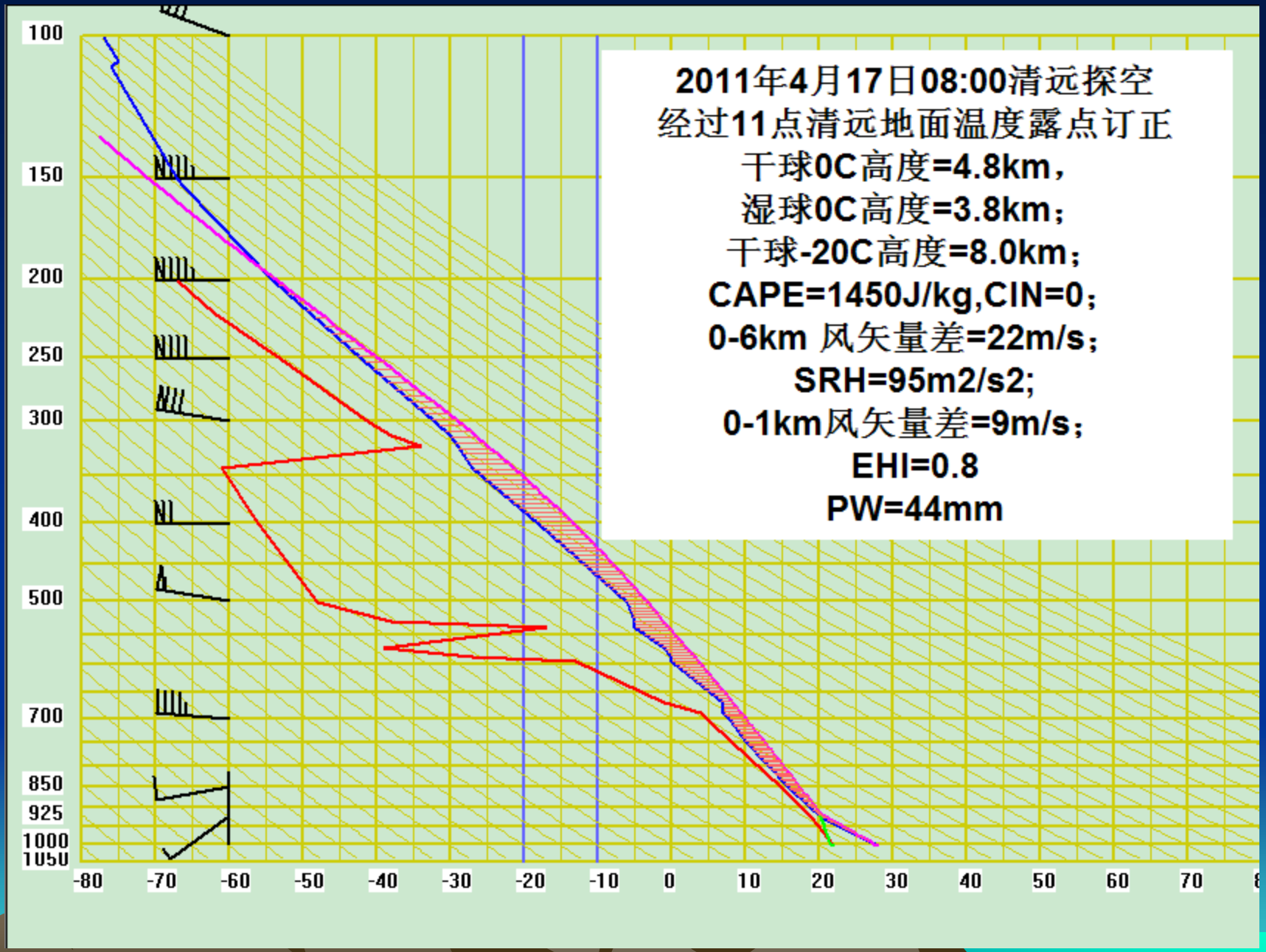
17日08点 700hPa



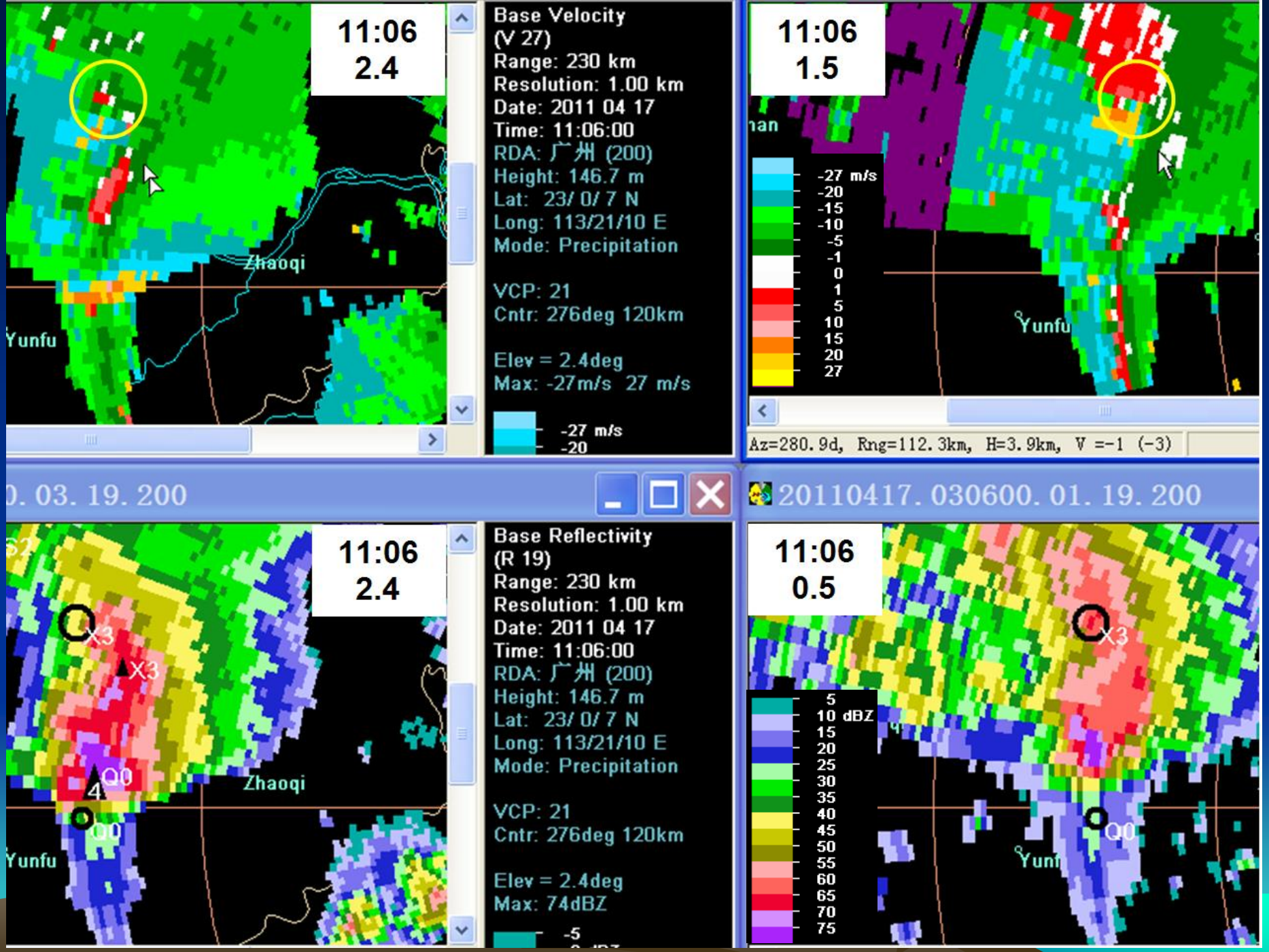
17日08点 850hPa

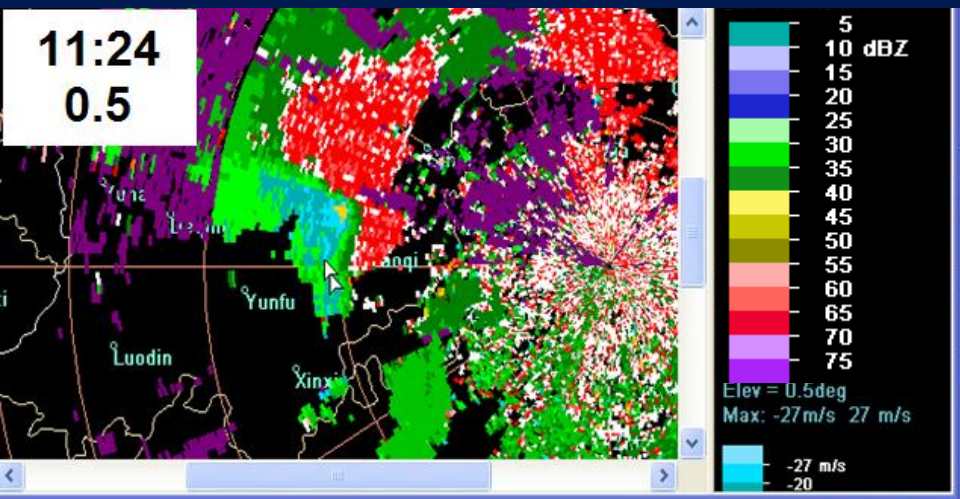


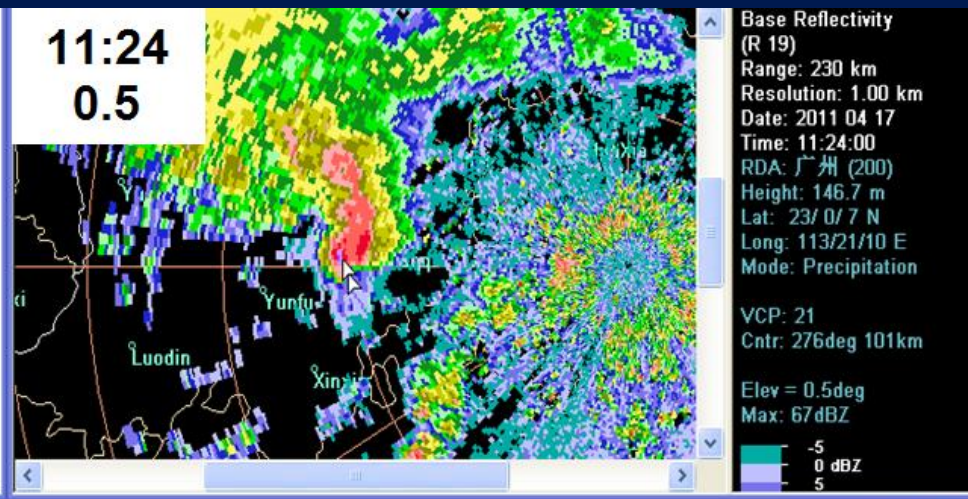

2011 04 17 08:00 surface

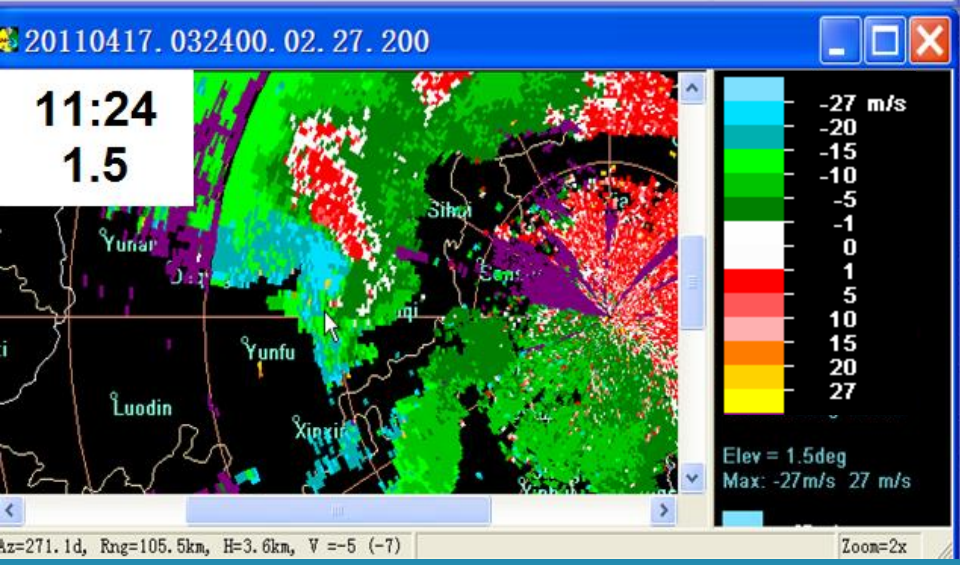

2011年4月17日08:00清远探空
经过11点清远地面温度露点订正
干球0C高度=4.8km，
湿球0C高度=3.8km；
干球-20C高度=8.0km；
CAPE=1450J/kg,CIN=0；
0-6km 风矢量差=22m/s；
SRH=95m2/s2;
0-1km风矢量差=9m/s；
EHI=0.8
PW=44mm
100
150
200
250
300
400
500
700
850
925
1000
1050
-80
-70
-60
-50
-40
-30
-20
-10
0
10
20
30
40
50
60
70

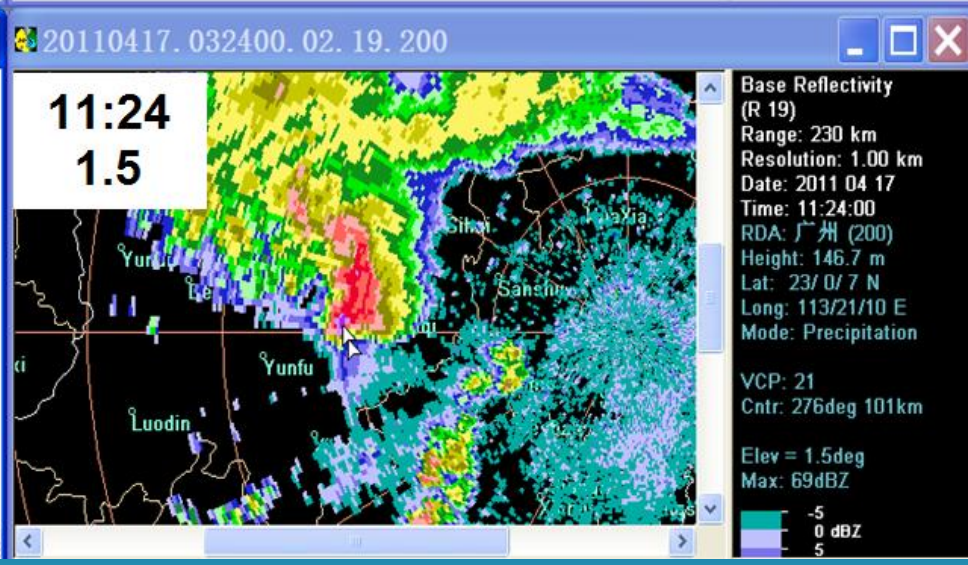

16日18UTC
17日00UTC
17日04UTC
17日08UTC

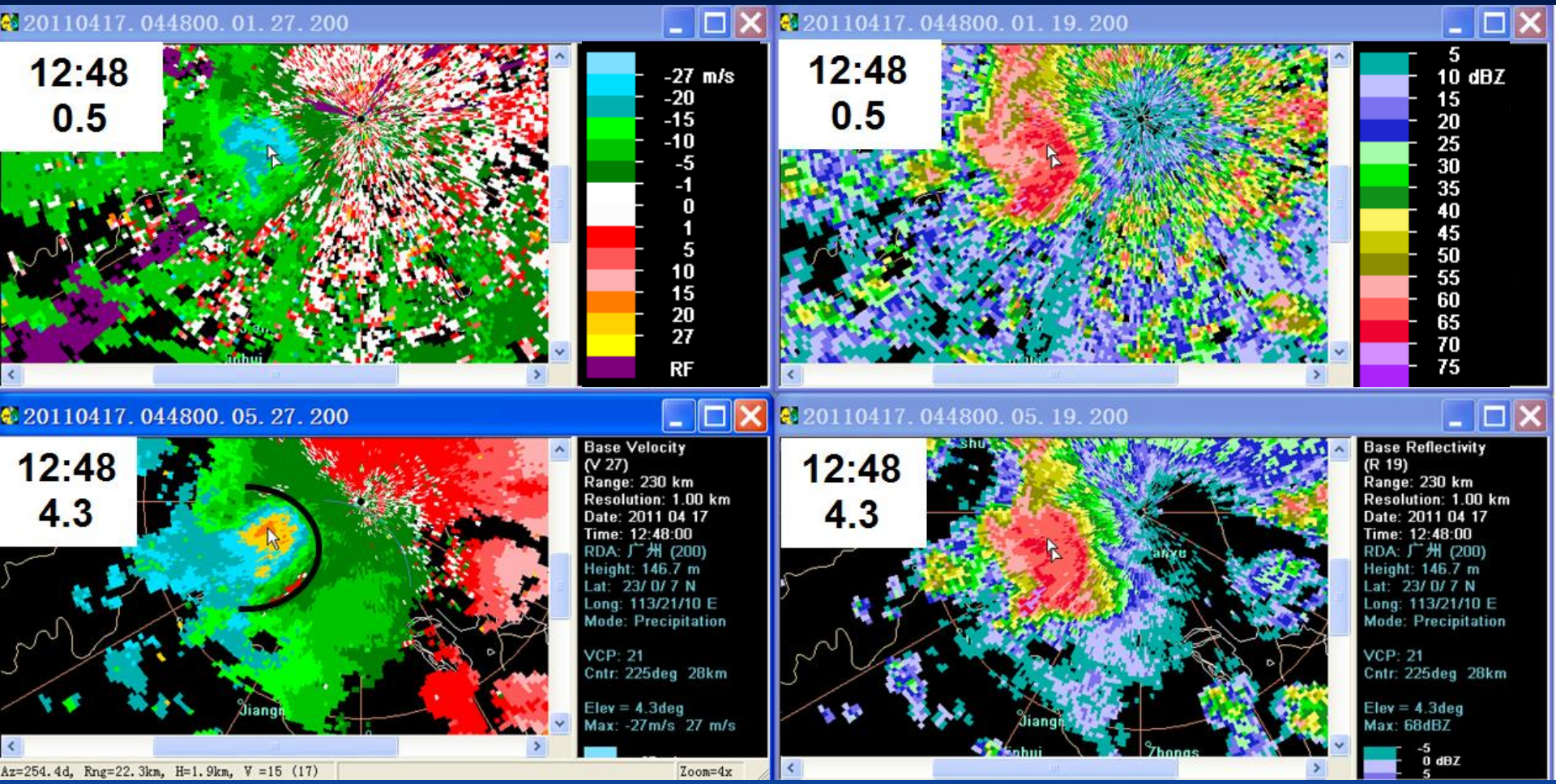

11:06
2.4
Base Velocity
(V 27)
Range: 230 km
Resolution: 1.00 km
Date: 2011 04 17
Time: 11:06:00
RDA: 广州 (200)
Height: 146.7 m
Lat: 23/ 0/ 7 N
Long: 113/21/10 E
Mode: Precipitation
VCP: 21
Cntr: 276deg 120km
Elev = 2.4deg
Max: -27m/s 27 m/s
-27 m/s
-20
Zhaoqi
Yunfu
11:06
1.5
-27 m/s
-20
-15
-10
-5
-1
0
1
5
10
15
20
27
Yunfu
Az=280.9d, Rng=112.3km, H=3.9km, V =-1 (-3)
0. 03. 19. 200
20110417. 030600. 01. 19. 200
11:06
2.4
Base Reflectivity
(R 19)
Range: 230 km
Resolution: 1.00 km
Date: 2011 04 17
Time: 11:06:00
RDA: 广州 (200)
Height: 146.7 m
Lat: 23/ 0/ 7 N
Long: 113/21/10 E
Mode: Precipitation
VCP: 21
Cntr: 276deg 120km
Elev = 2.4deg
Max: 74dBZ
-5
Zhaoqi
Yunfu
11:06
0.5
5
10 dBZ
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60
65
70
75

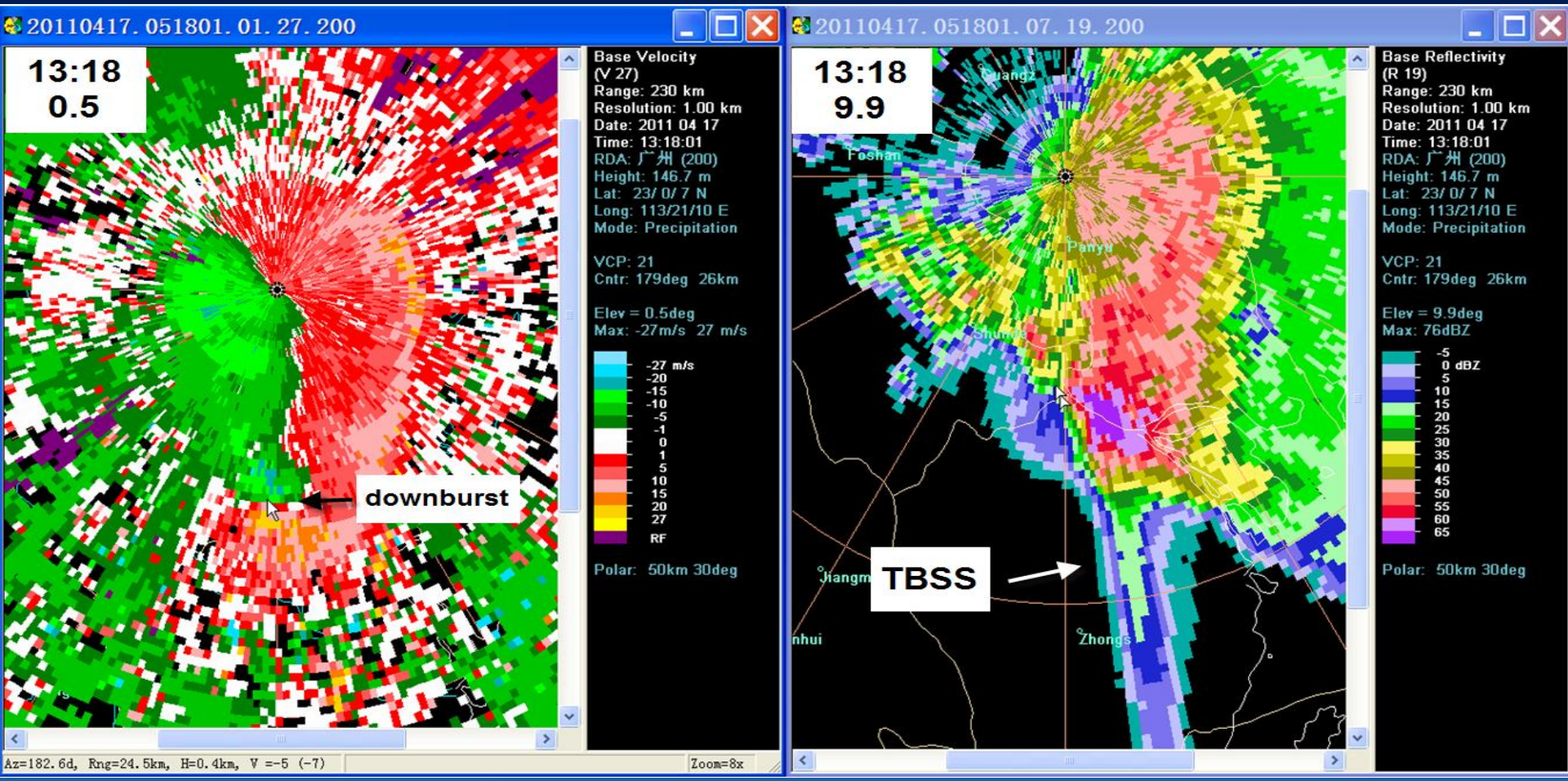

11:24
0.5
Yunfu
Luodin
Xinx
5
10 dBZ
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60
65
70
75
Elev = 0.5deg
Max: -27m/s 27 m/s
-27 m/s
-20

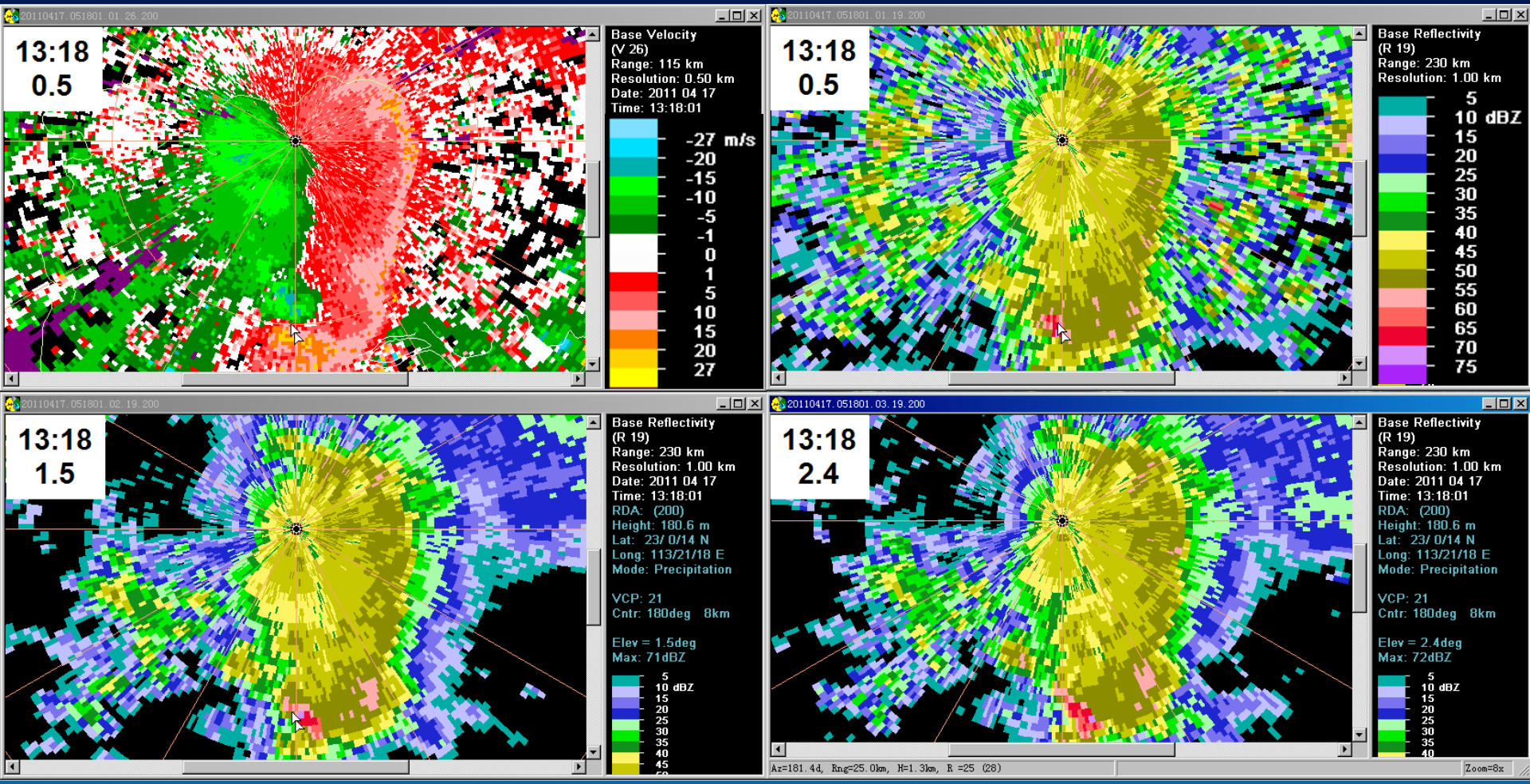

11:24
0.5
Yunfu
Luodin
Xin
Base Reflectivity
(R 19)
Range: 230 km
Resolution: 1.00 km
Date: 2011 04 17
Time: 11:24:00
RDA: 广州 (200)
Height: 146.7 m
Lat: 23/ 0/ 7 N
Long: 113/21/10 E
Mode: Precipitation
VCP: 21
Cntr: 276deg 101km
Elev = 0.5deg
Max: 67dBZ
-5
0 dBZ
5


20110417. 032400. 02. 27. 200
11:24
1.5
Yunfu
Luodin
Xinxi
-27 m/s
-20
-15
-10
-5
-1
0
1
5
10
15
20
27
Elev = 1.5deg
Max: -27m/s 27 m/s
Az=271.1d, Rng=105.5km, H=3.6km, V =-5 (-7)
Zoom=2x


20110417. 032400. 02. 19. 200
11:24
1.5
Yunfu
Luodin
Base Reflectivity
(R 19)
Range: 230 km
Resolution: 1.00 km
Date: 2011 04 17
Time: 11:24:00
RDA: 广州 (200)
Height: 146.7 m
Lat: 23/ 0/ 7 N
Long: 113/21/10 E
Mode: Precipitation
VCP: 21
Cntr: 276deg 101km
Elev = 1.5deg
Max: 69dBZ
-5
0 dBZ
5


20110417. 044800. 01. 27. 200
12:48
0.5
-27 m/s
-20
-15
-10
-5
-1
0
1
5
10
15
20
27
RF
20110417. 044800. 01. 19. 200
12:48
0.5
5
10 dBZ
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60
65
70
75
20110417. 044800. 05. 27. 200
12:48
4.3
Base Velocity
(V 27)
Range: 230 km
Resolution: 1.00 km
Date: 2011 04 17
Time: 12:48:00
RDA: 广州 (200)
Height: 146.7 m
Lat: 23/ 0/ 7 N
Long: 113/21/10 E
Mode: Precipitation
VCP: 21
Cntr: 225deg 28km
Elev = 4.3deg
Max: -27m/s 27 m/s
Az=254.4d, Rng=22.3km, H=1.9km, V =15 (17)
Zoom=4x
20110417. 044800. 05. 19. 200
12:48
4.3
Base Reflectivity
(R 19)
Range: 230 km
Resolution: 1.00 km
Date: 2011 04 17
Time: 12:48:00
RDA: 广州 (200)
Height: 146.7 m
Lat: 23/ 0/ 7 N
Long: 113/21/10 E
Mode: Precipitation
VCP: 21
Cntr: 225deg 28km
Elev = 4.3deg
Max: 68dBZ
-5
0 dBZ
5


20110417. 051801. 01. 27. 200
13:18
0.5
Base Velocity
(V 27)
Range: 230 km
Resolution: 1.00 km
Date: 2011 04 17
Time: 13:18:01
RDA: 广州 (200)
Height: 146.7 m
Lat: 23/ 0/ 7 N
Long: 113/21/10 E
Mode: Precipitation
VCP: 21
Cntr: 179deg 26km
Elev = 0.5deg
Max: -27m/s 27 m/s
-27 m/s
-20
-15
-10
-5
-1
0
1
5
10
15
20
27
RF
Polar: 50km 30deg
downburst
Az=182.6d, Rng=24.5km, H=0.4km, V =-5 (-7)
Zoom=8x
20110417. 051801. 07. 19. 200
13:18
9.9
Foshan
Panyu
TBSS
Zhongs
Base Reflectivity
(R 19)
Range: 230 km
Resolution: 1.00 km
Date: 2011 04 17
Time: 13:18:01
RDA: 广州 (200)
Height: 146.7 m
Lat: 23/ 0/ 7 N
Long: 113/21/10 E
Mode: Precipitation
VCP: 21
Cntr: 179deg 26km
Elev = 9.9deg
Max: 76dBZ
-5
0 dBZ
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60
65
Polar: 50km 30deg


20110417.051801.01.26.200
13:18
0.5
Base Velocity
(V 26)
Range: 115 km
Resolution: 0.50 km
Date: 2011 04 17
Time: 13:18:01
-27 m/s
-20
-15
-10
-5
-1
0
1
5
10
15
20
27
20110417.051801.01.19.200
13:18
0.5
Base Reflectivity
(R 19)
Range: 230 km
Resolution: 1.00 km
5
10 dBZ
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60
65
70
75
20110417.051801.02.19.200
13:18
1.5
Base Reflectivity
(R 19)
Range: 230 km
Resolution: 1.00 km
Date: 2011 04 17
Time: 13:18:01
RDA: (200)
Height: 180.6 m
Lat: 23/ 0/14 N
Long: 113/21/18 E
Mode: Precipitation
VCP: 21
Cntr: 180deg 8km
Elev = 1.5deg
Max: 71dBZ
5
10 dBZ
15
20
25
30
35
40
45
20110417.051801.03.19.200
13:18
2.4
Base Reflectivity
(R 19)
Range: 230 km
Resolution: 1.00 km
Date: 2011 04 17
Time: 13:18:01
RDA: (200)
Height: 180.6 m
Lat: 23/ 0/14 N
Long: 113/21/18 E
Mode: Precipitation
VCP: 21
Cntr: 180deg 8km
Elev = 2.4deg
Max: 72dBZ
5
10 dBZ
15
20
25
30
35
40
Az=181.4d, Rng=25.0km, H=1.3km, R =25 (28)
Zoom=8x

雷达显示工作站(PUP)

显示(D) 请求(R) 编辑(E) 控制(C) 状态(S) 动画(L) 地图(M) 迭加(O) 查看(V) 设置(S) 窗口(W) 帮助(H)

20110417.030600.00.37.200

STM ID	AZ/RAN	TVS	MESO	POSH/POH/MX SIZE	VIL	DBZM	HT	TOP	FCST MVMT
Q0	274/119	NONE	MESO	100/100/>****	86	74	7.7	13.1	295/ 18
X3	283/117	NONE	MESO	20/100/ 1.27	9	46	9.6	13.0	NEW
R1	29/125	NONE	UNCO	10/ 60/ 1.27	14	53	4.1	6.2	280/ 11
H3	243/ 95	NONE	UNCO	0/ 0/ 0.00	10	48	1.3	5.5	256/ 21
STM ID	AZ/RAN	TVS	MESO	POSH/POH/MX SIZE	VIL	DBZM	HT	TOP	FCST MVMT
T2	39/156	NONE	NONE	40/ 70/ 1.27	19	53	5.5	8.0	268/ 10
R2	23/125	NONE	NONE	10/ 80/ 1.27	17	51	4.1	8.3	266/ 8
S2	289/145	NONE	NONE	0/ 50/<1.27	17	51	2.5	7.0	294/ 9
Q3	33/135	NONE	NONE	0/ 50/<1.27	10	50	4.5	4.5	264/ 2

强风暴移速 18m/s

移动速度18m/s

Composite Reflectivity
(CR 37)
Range: 230 km
Resolution: 1.00 km
Date: 2011 04 17
Time: 11:06:00
RDA: (200)
Height: 180.6 m
Lat: 23/ 0/14 N
Long: 113/21/18 E
Mode: Precipitation

VCP: 21
Cntr: 276deg 119km

Max: 75 dBZ

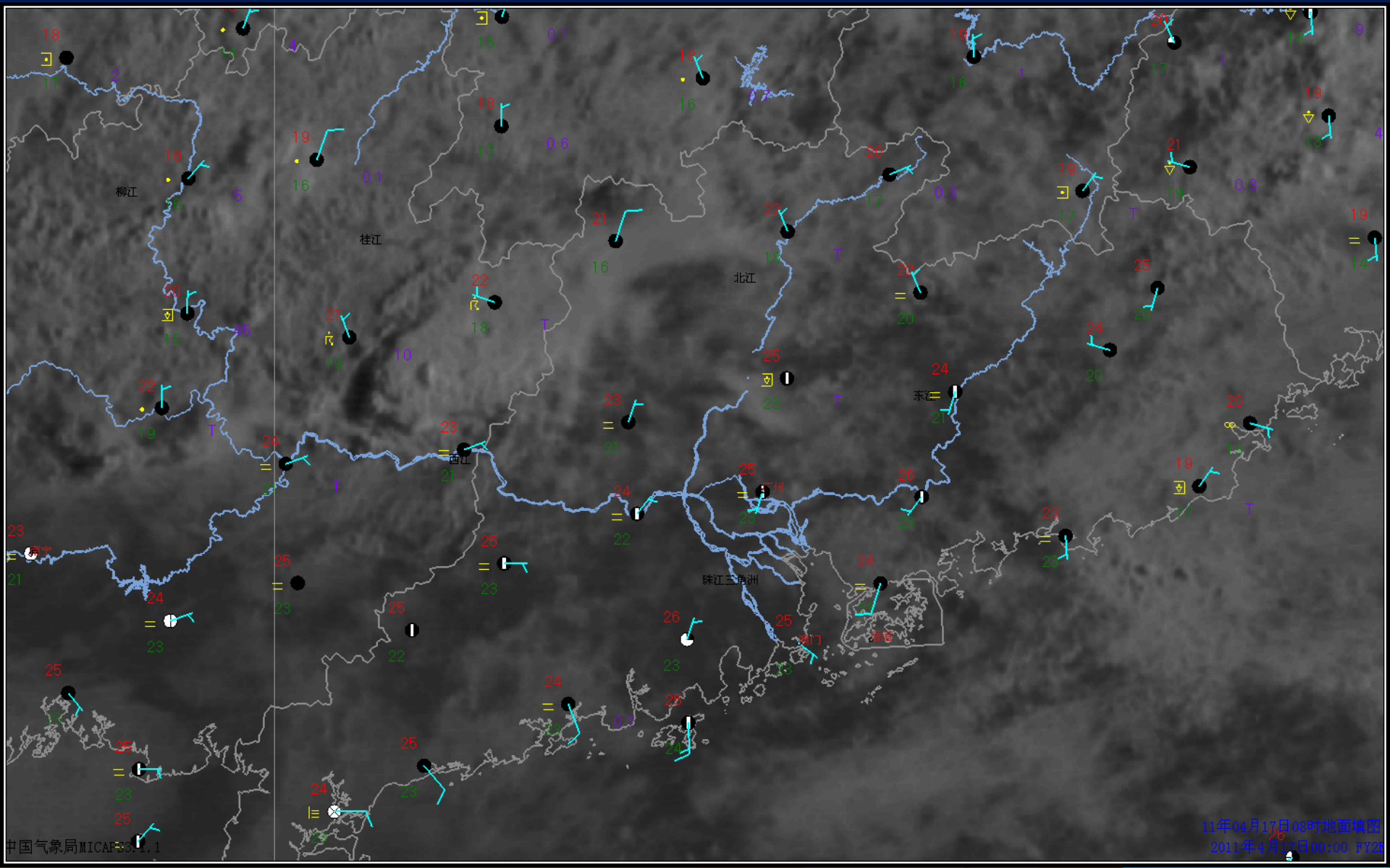
5
10 dBZ
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60
65
70
75

Polar: 50km 30deg

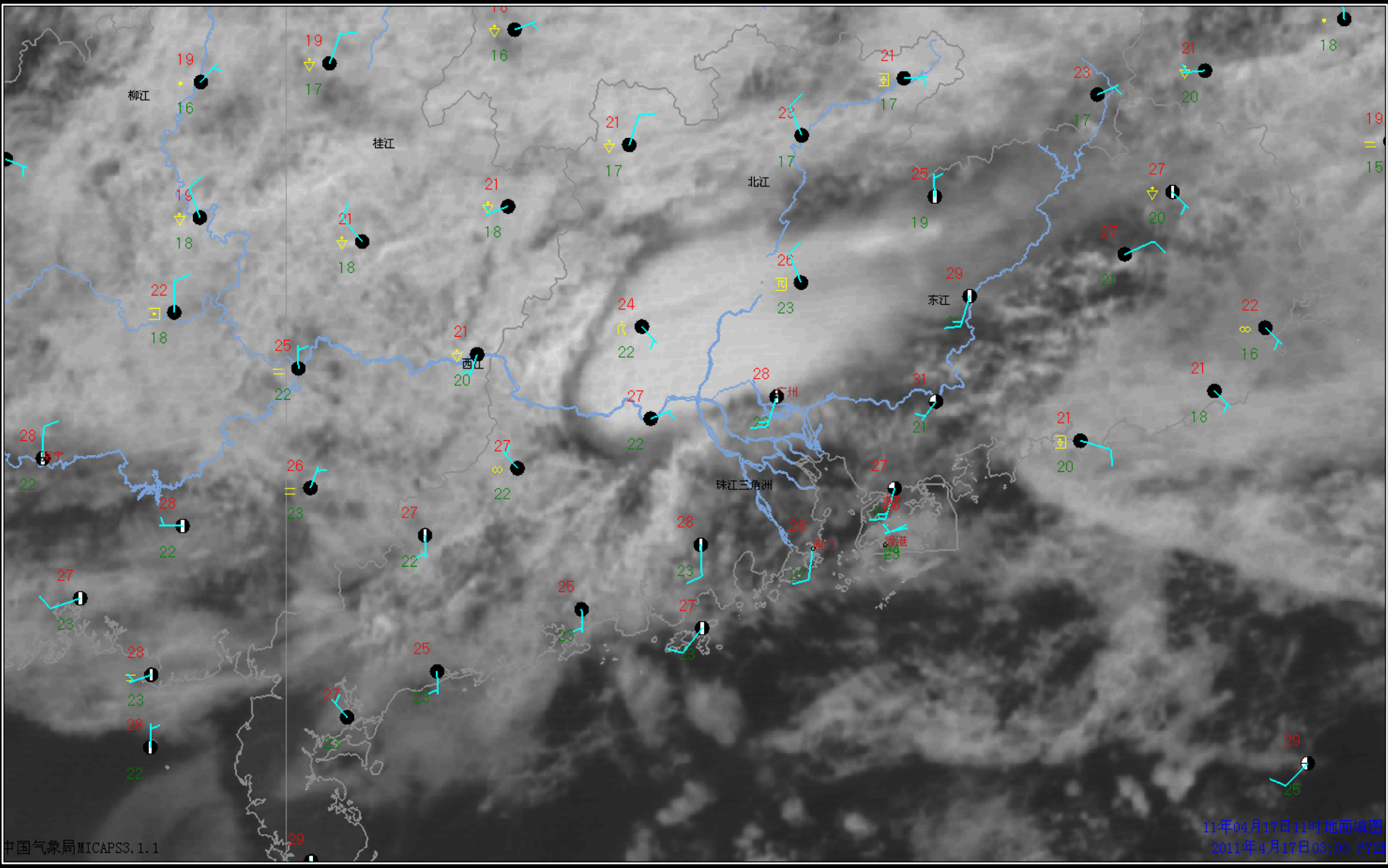
Az=332.3d, Rng=75.0km, CR =25 (28)

Zoom=8x

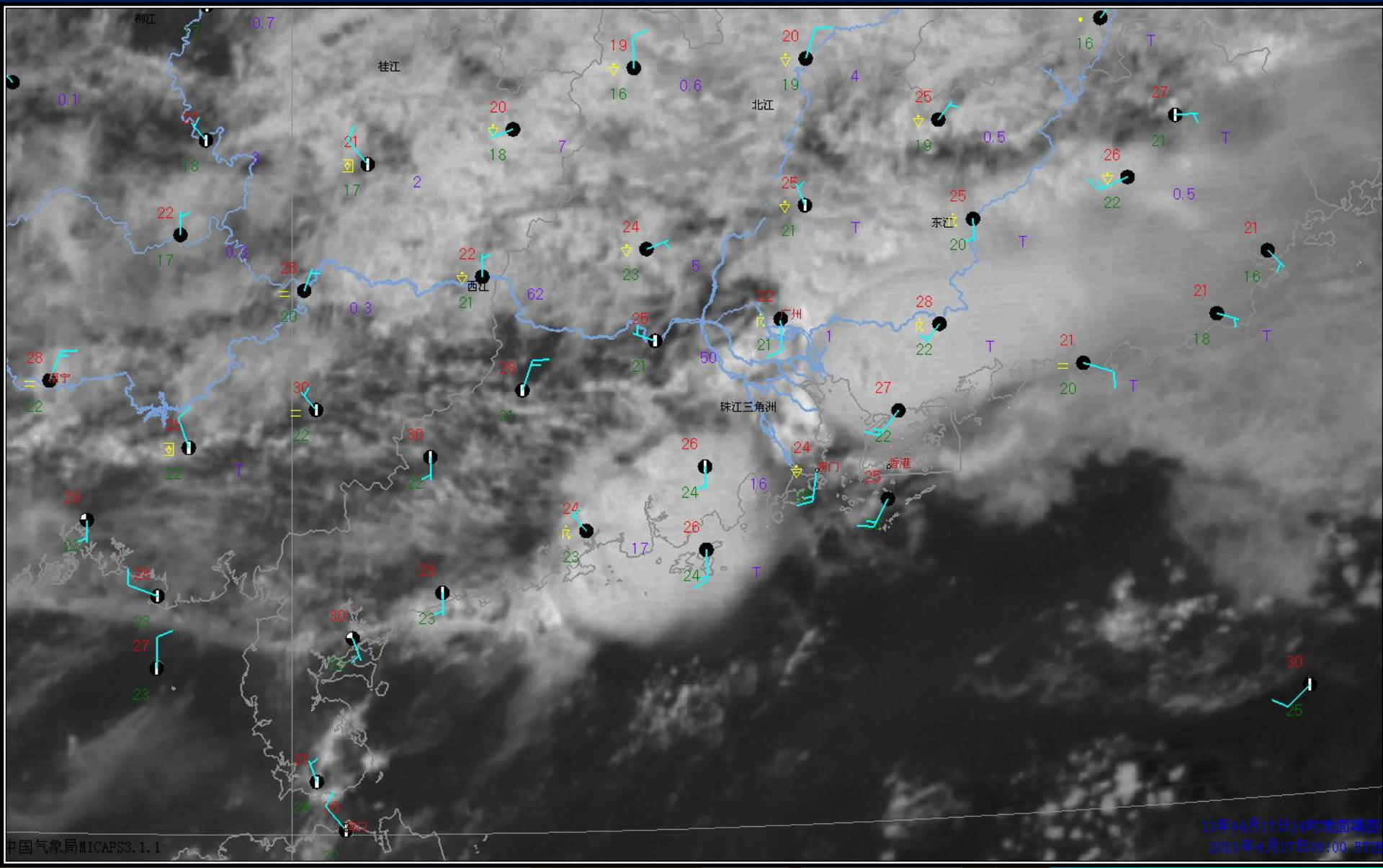
17日 08点 v125+surface



17日 11点 v125+surface

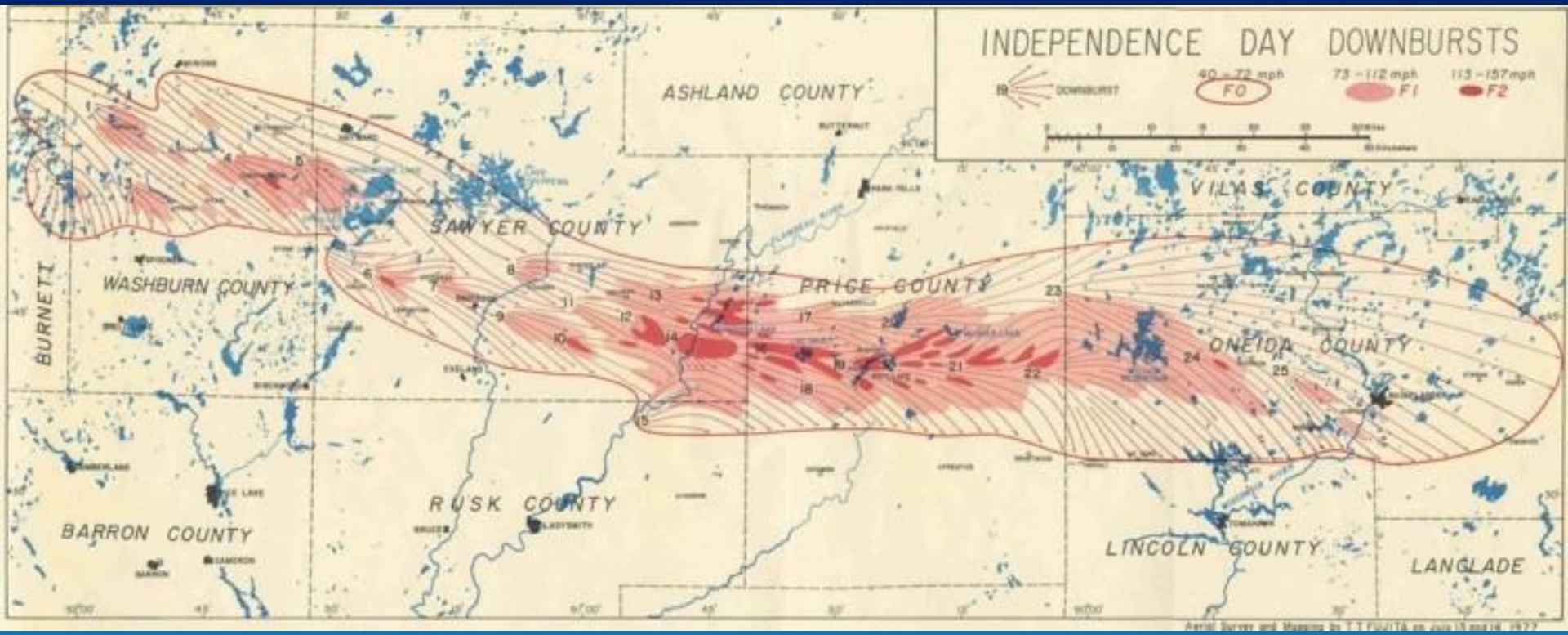


17日 14点 v125+surface



Fujita所做的雷暴大风事件的灾情调查

Derecho - multiple downbursts within an MCS



Fujita, 1978

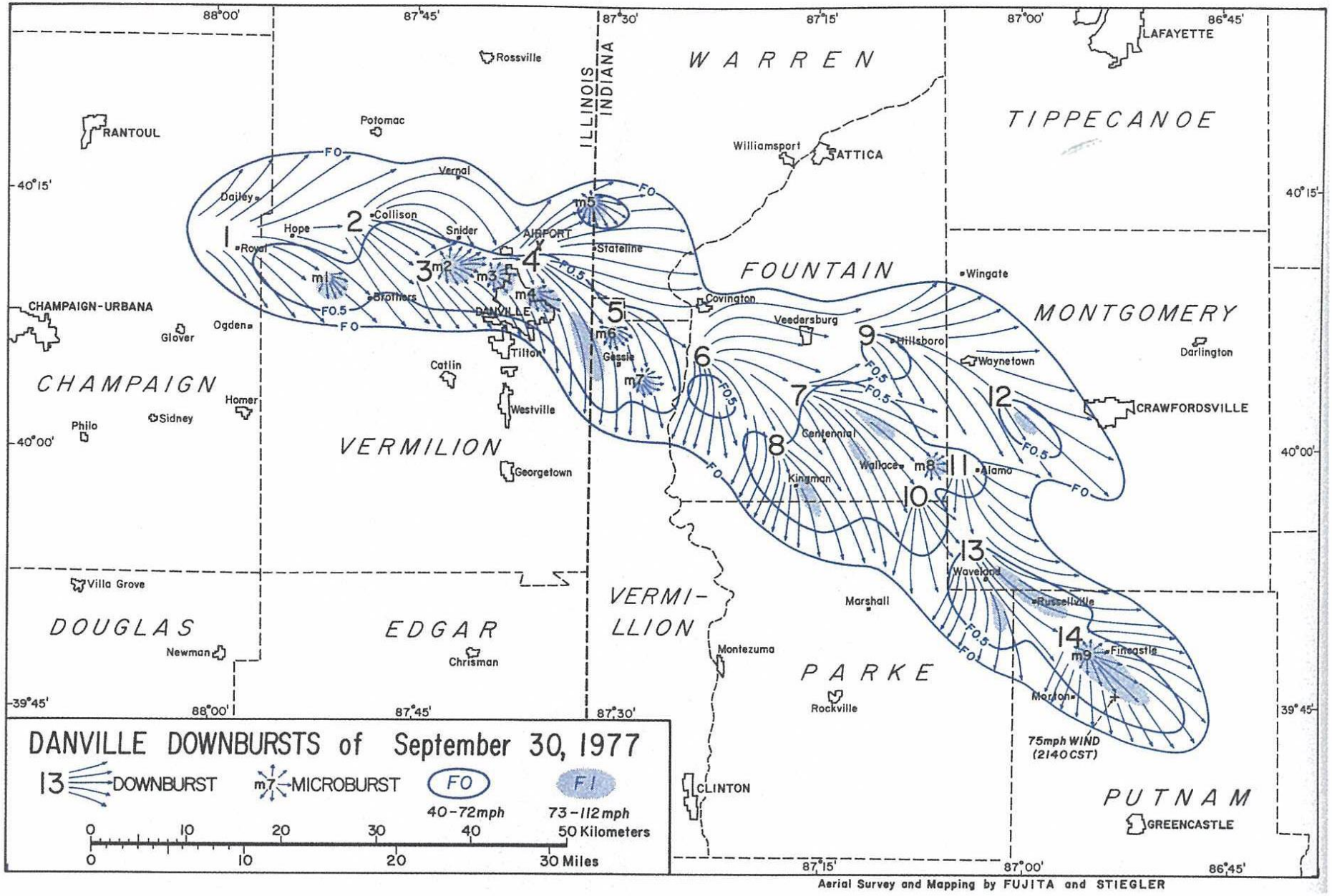


Figure 10.27 Streamline analysis of a series of downbursts and microbursts on 30 September 1977. (From Fujita [1978].)

2016年04月13日凌晨广东飑线

- 实况与灾情
- 天气背景
- 雷达回波特征

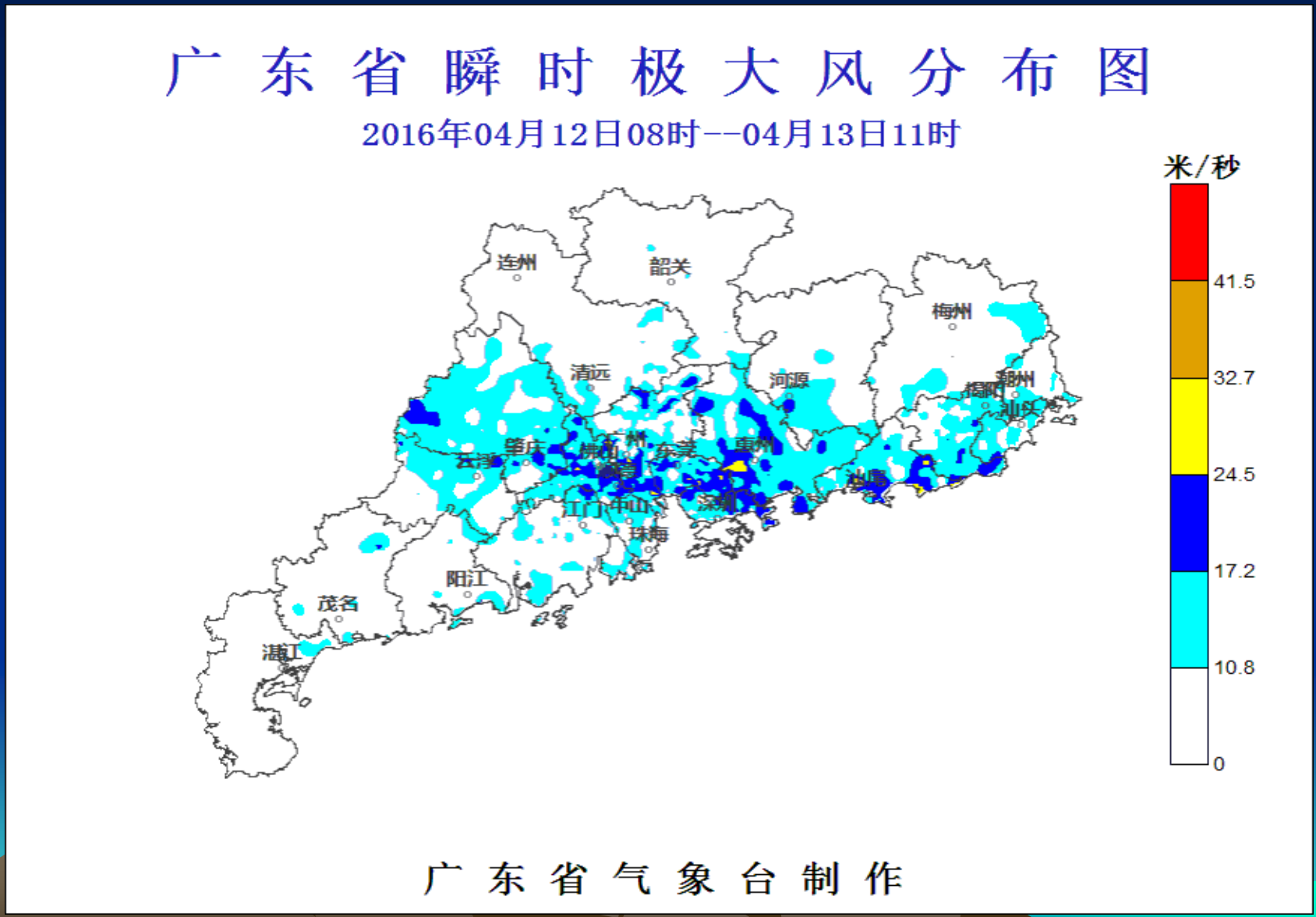
实况与灾情



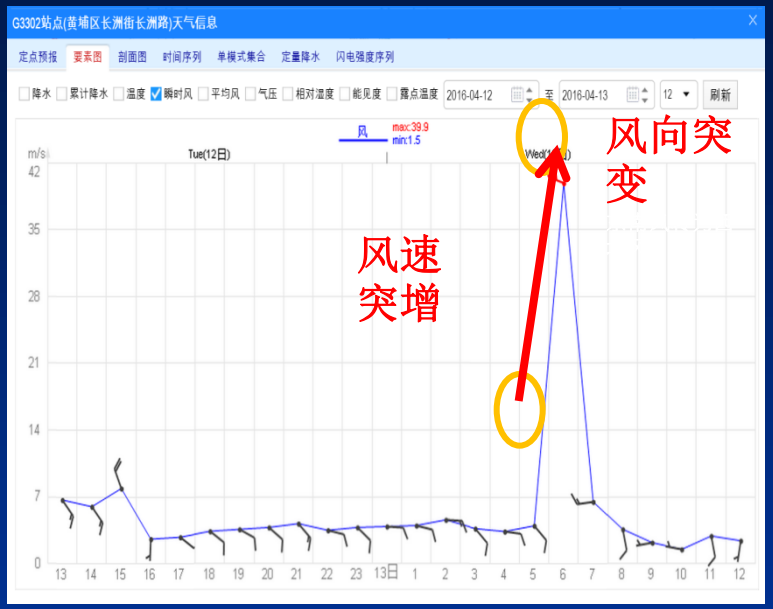


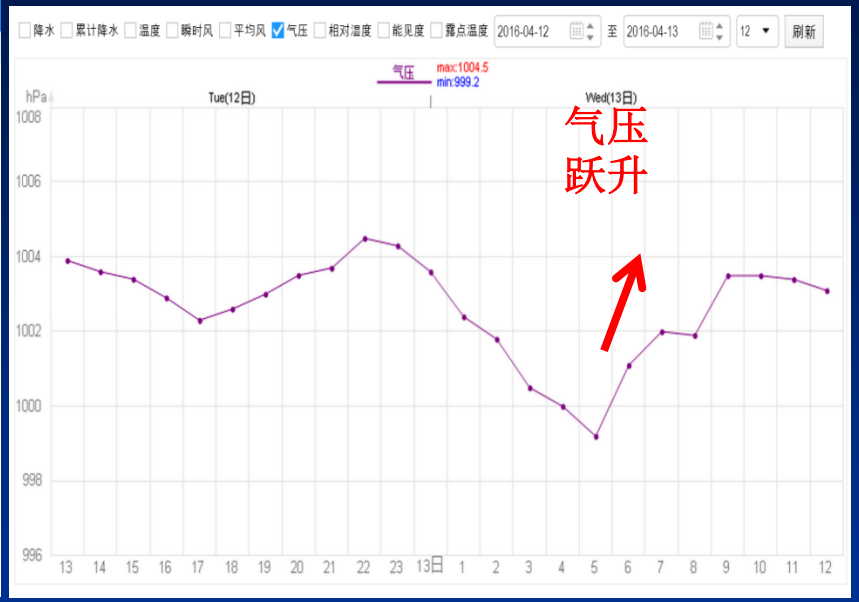
据东莞市安监局报道，4月13日5时40分东莞麻涌镇一公司厂内一台龙门吊，因强风作用，发生滑移约40米至轨道尽头后倾覆，压倒附近一约200平方米的工人临时板房，经现场全力抢救，板房内133名工人中，救出88人，其中18人死亡，33人受伤。

实况与灾情

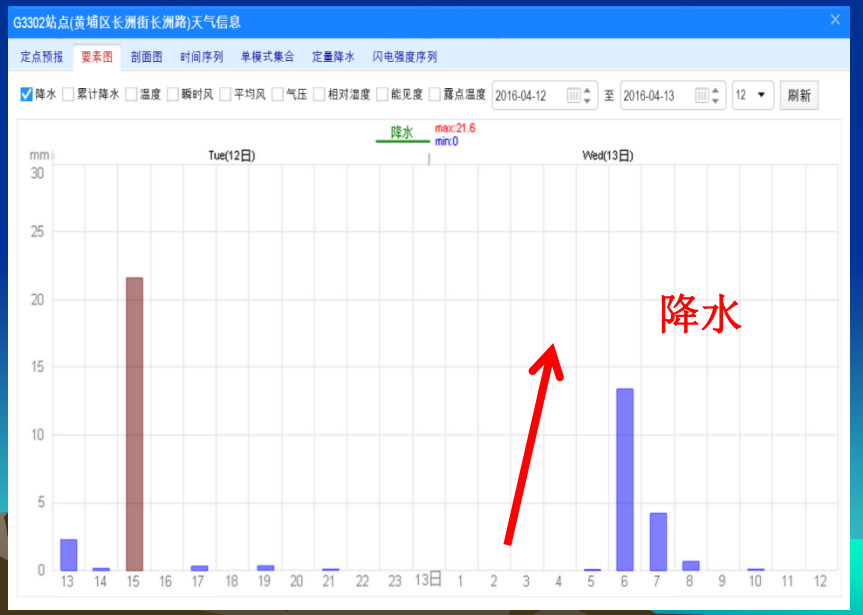

广 东 省 瞬 时 极 大 风 分 布 图
2016年04月12日08时--04月13日11时
米/秒
41.5
32.7
24.5
17.2
10.8
0
连州
韶关
梅州
清远
河源
肇庆
云浮
东莞
惠州
江门
中山
深圳
珠海
阳江
茂名
湛江
广 东 省 气 象 台 制 作

飑线过境（05时30分左右）时单站要素特征 李怀宇提供





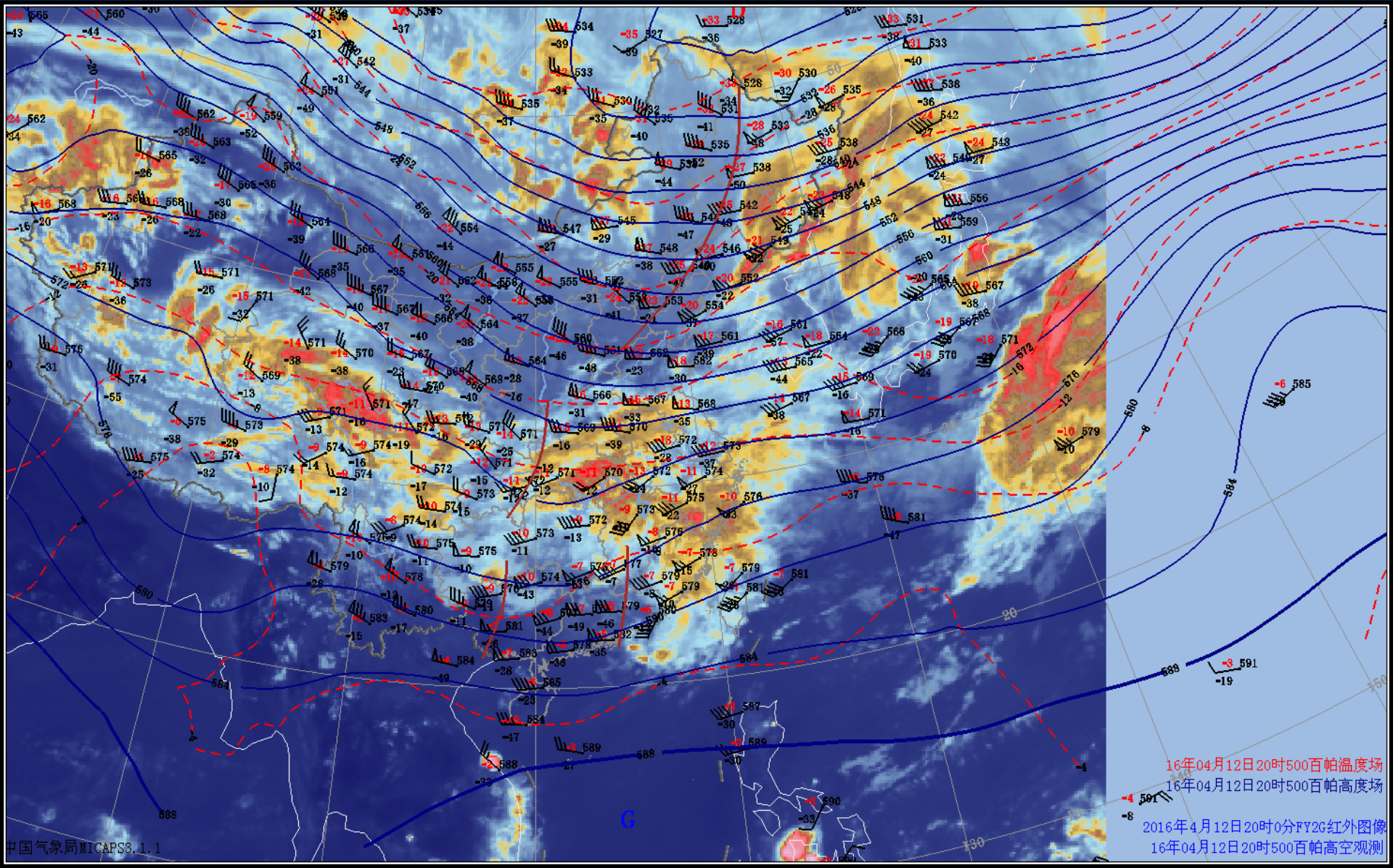




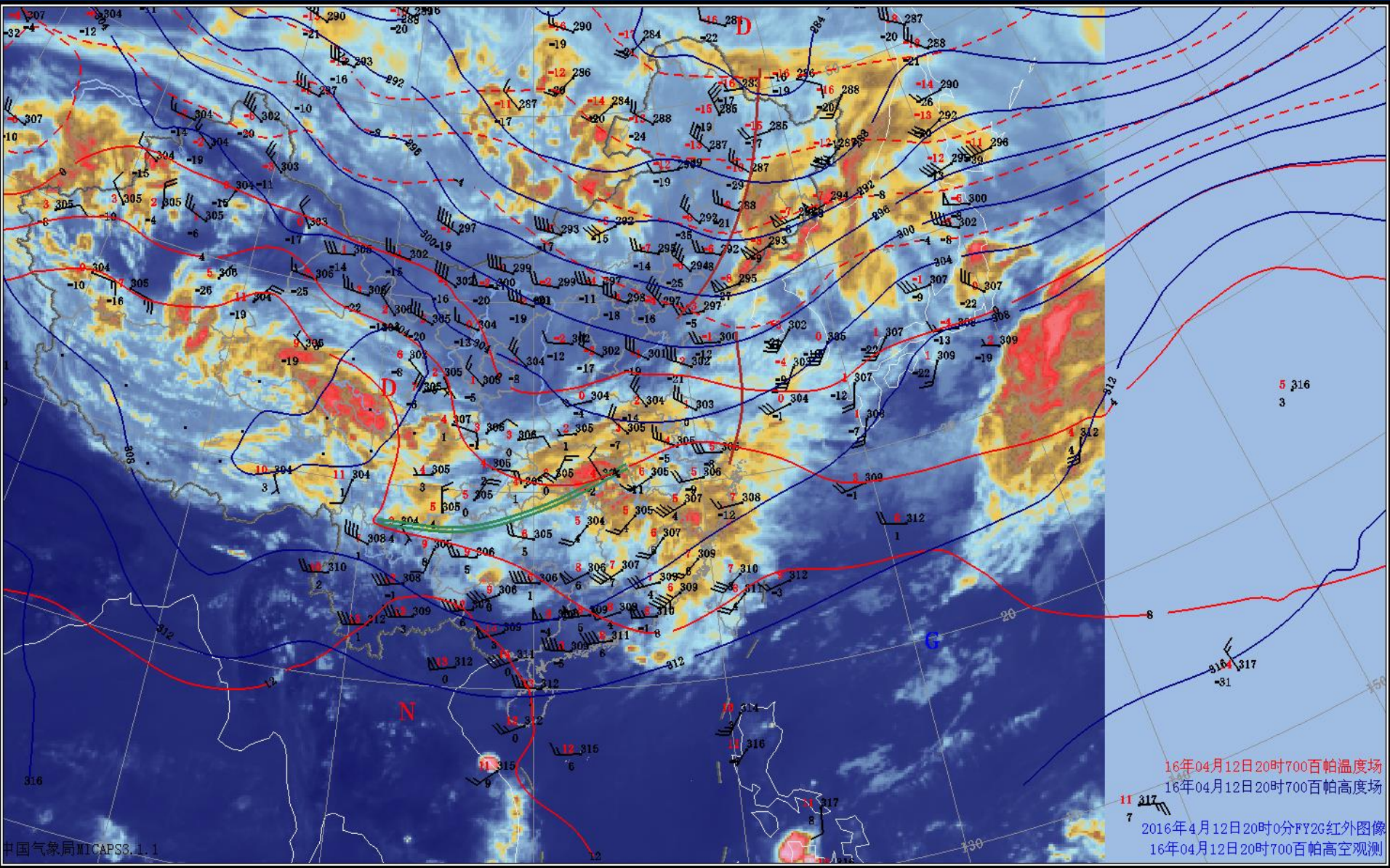
天气背景

- 天气图
- TlnP图

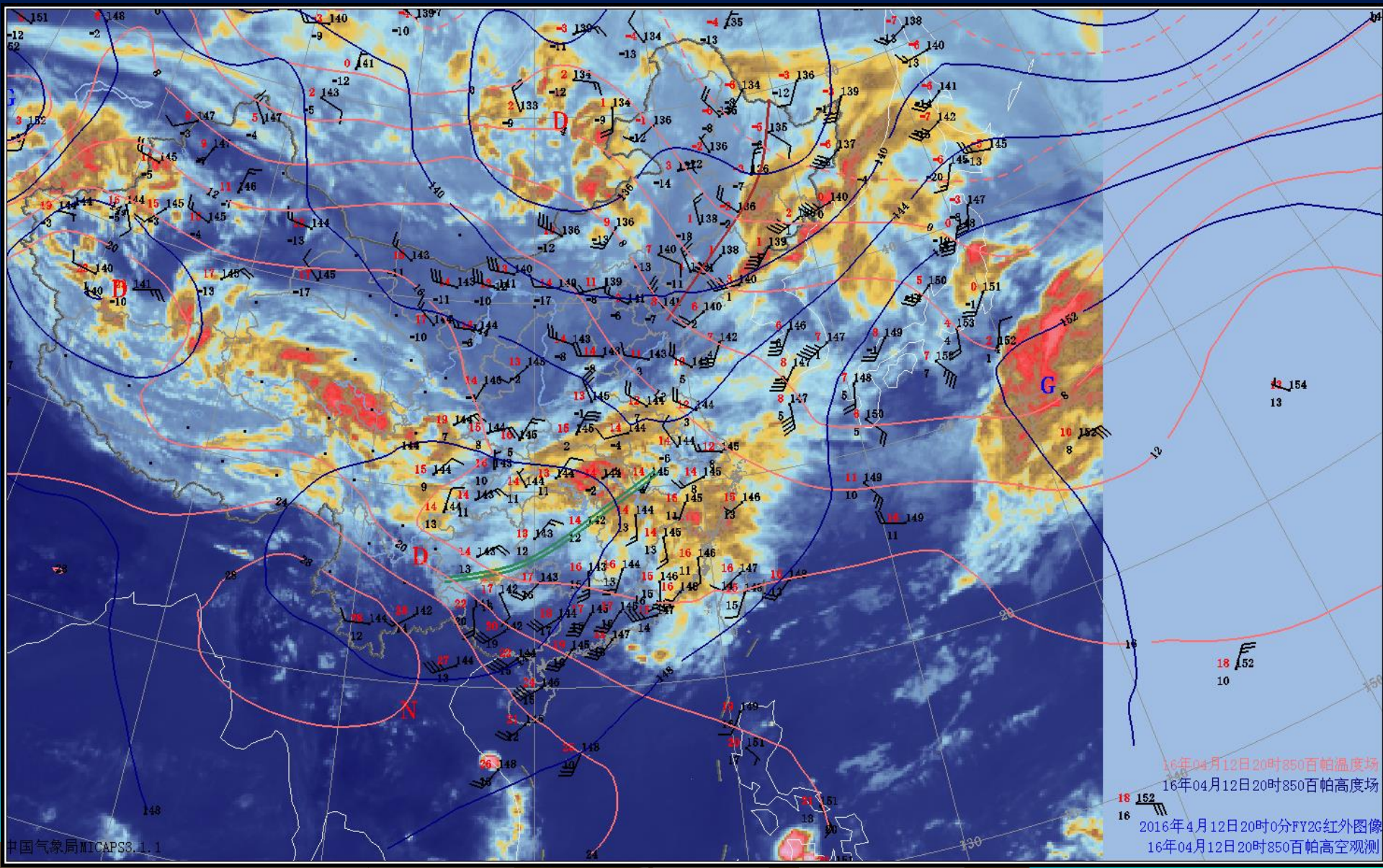
2016 04 12 20:00 500 hPa



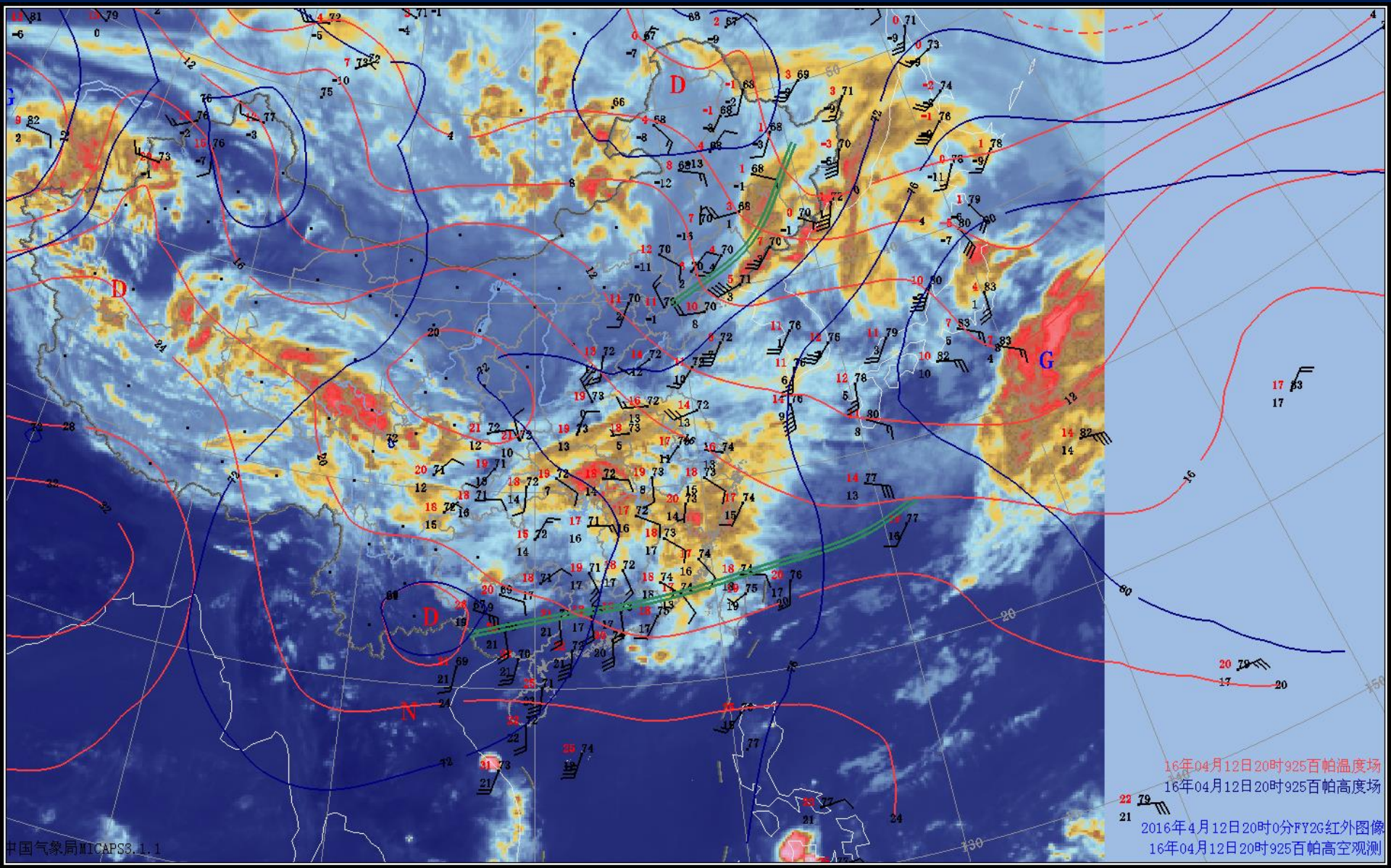
2016 04 12 20:00 700 hPa

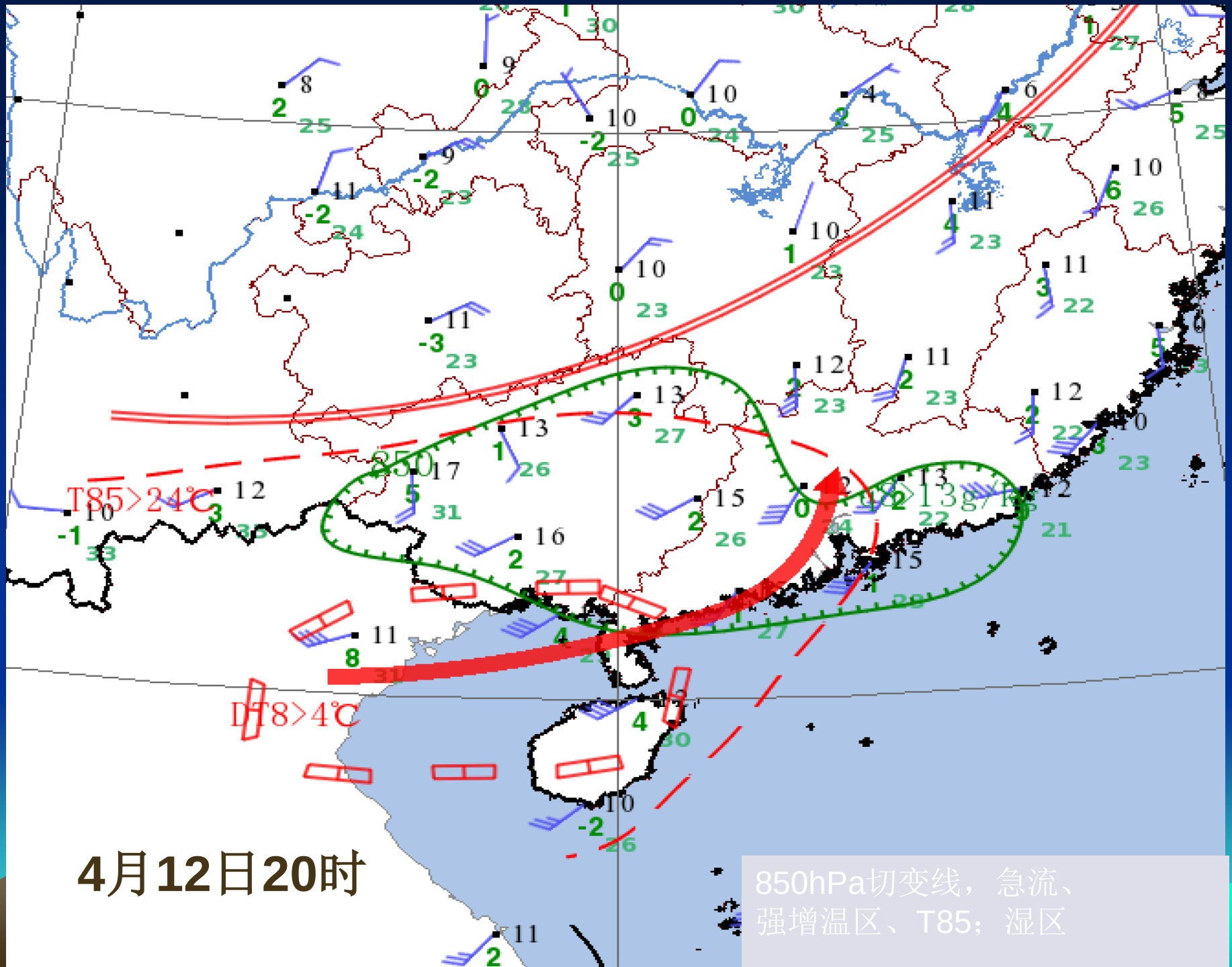


2016 04 12 20:00 850 hPa

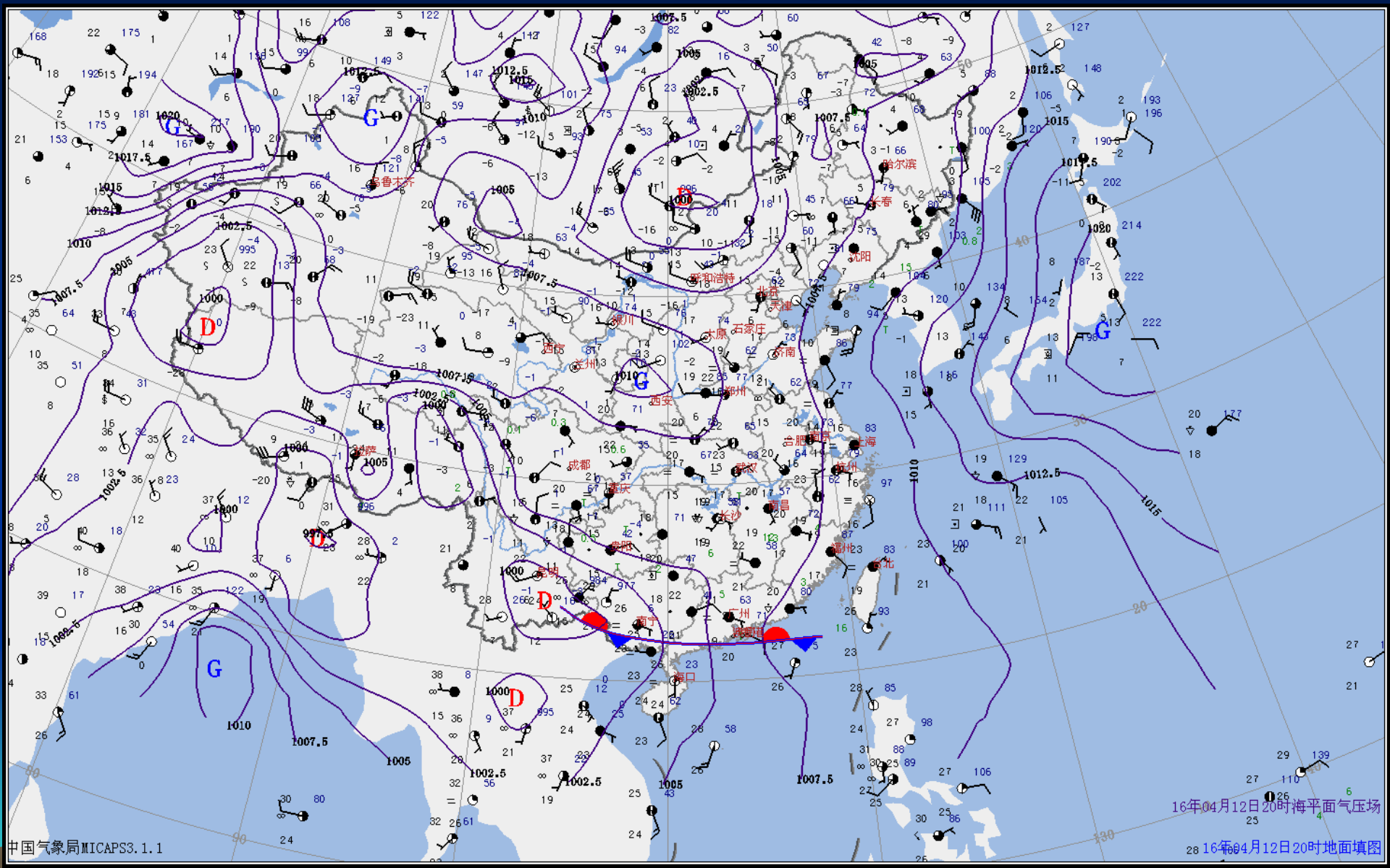


2016 04 12 20:00 925 hPa

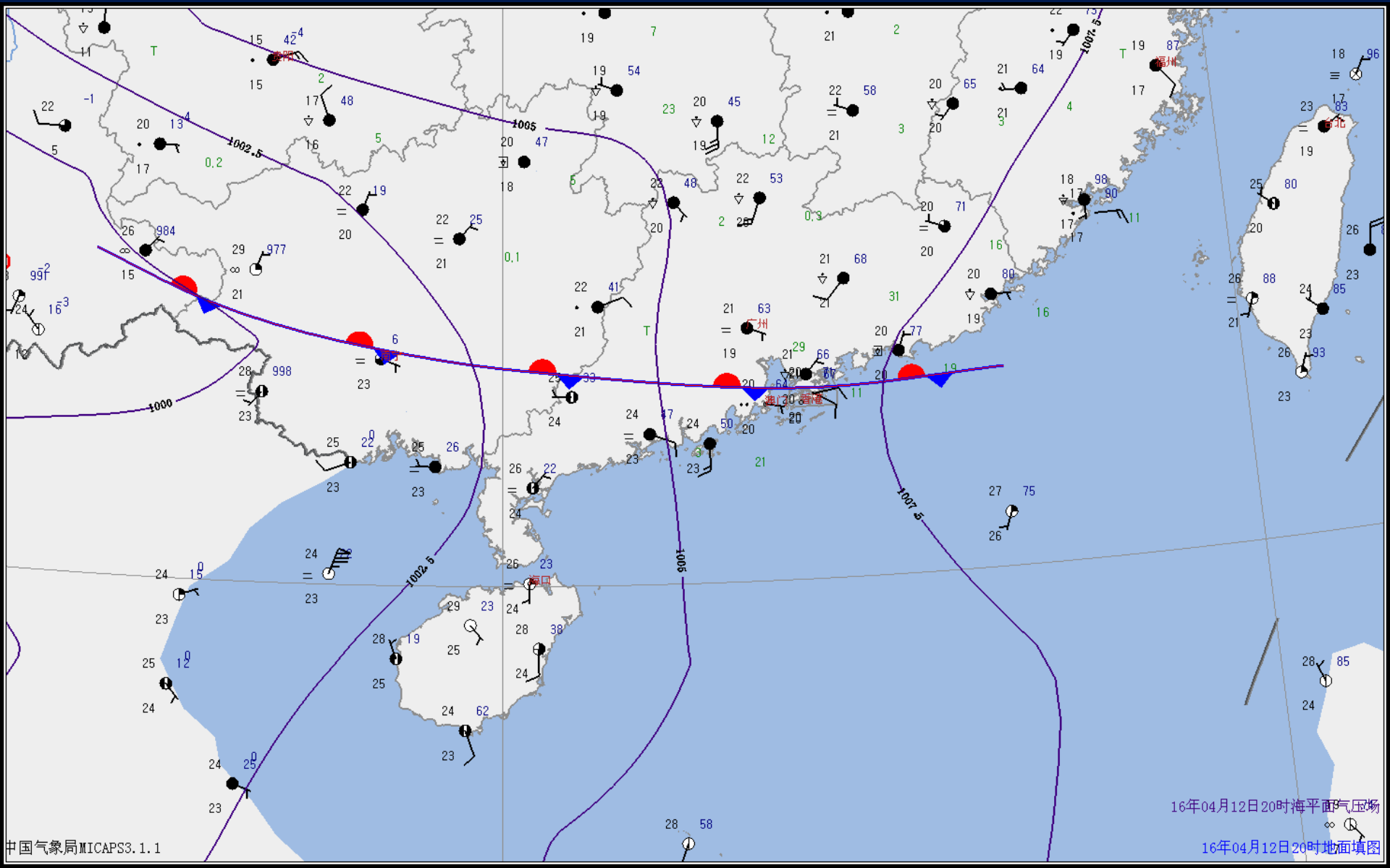


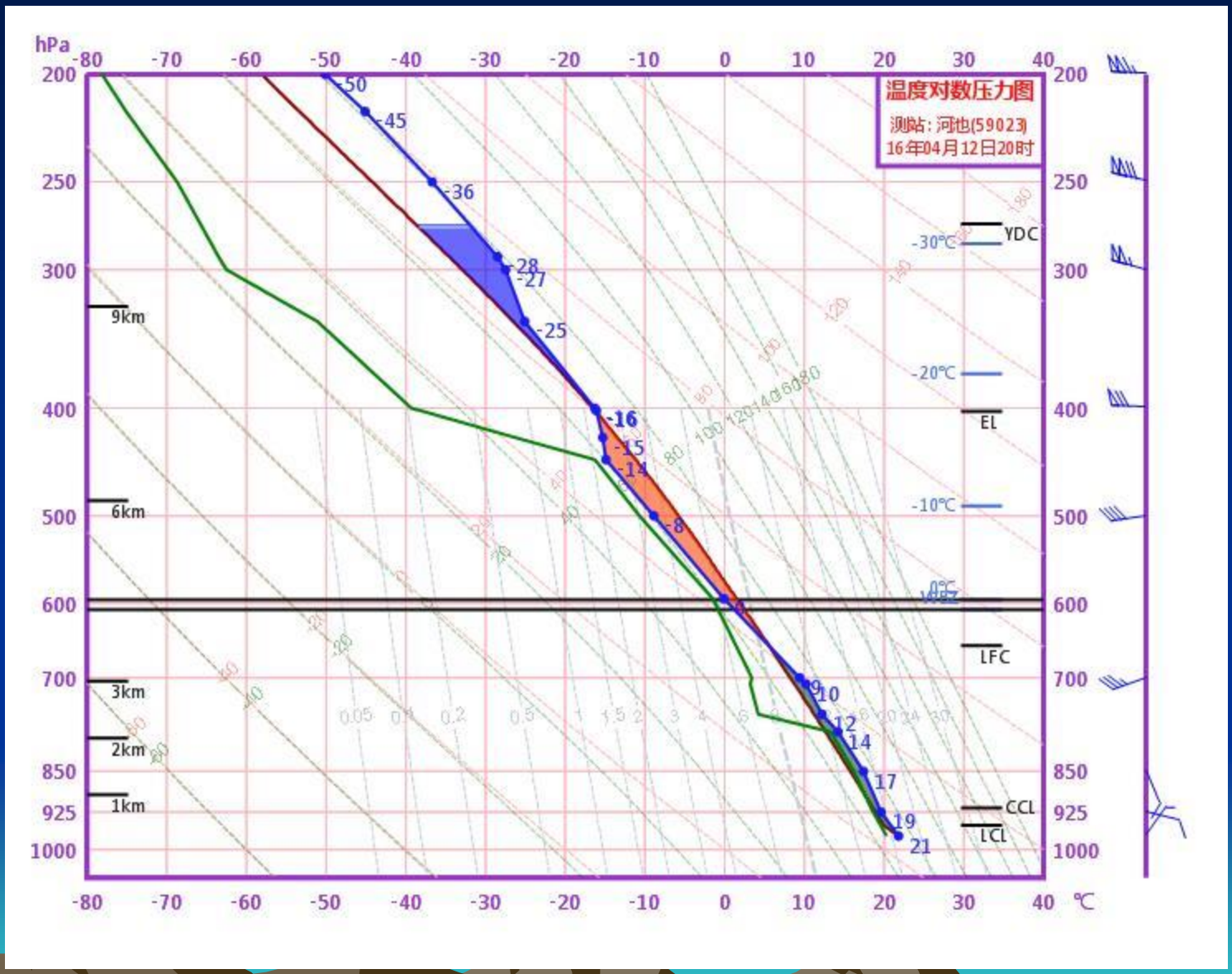

T85>24℃
DT8>4℃
4月12日20时
850hPa切变线，急流、
强增温区、T85；湿区

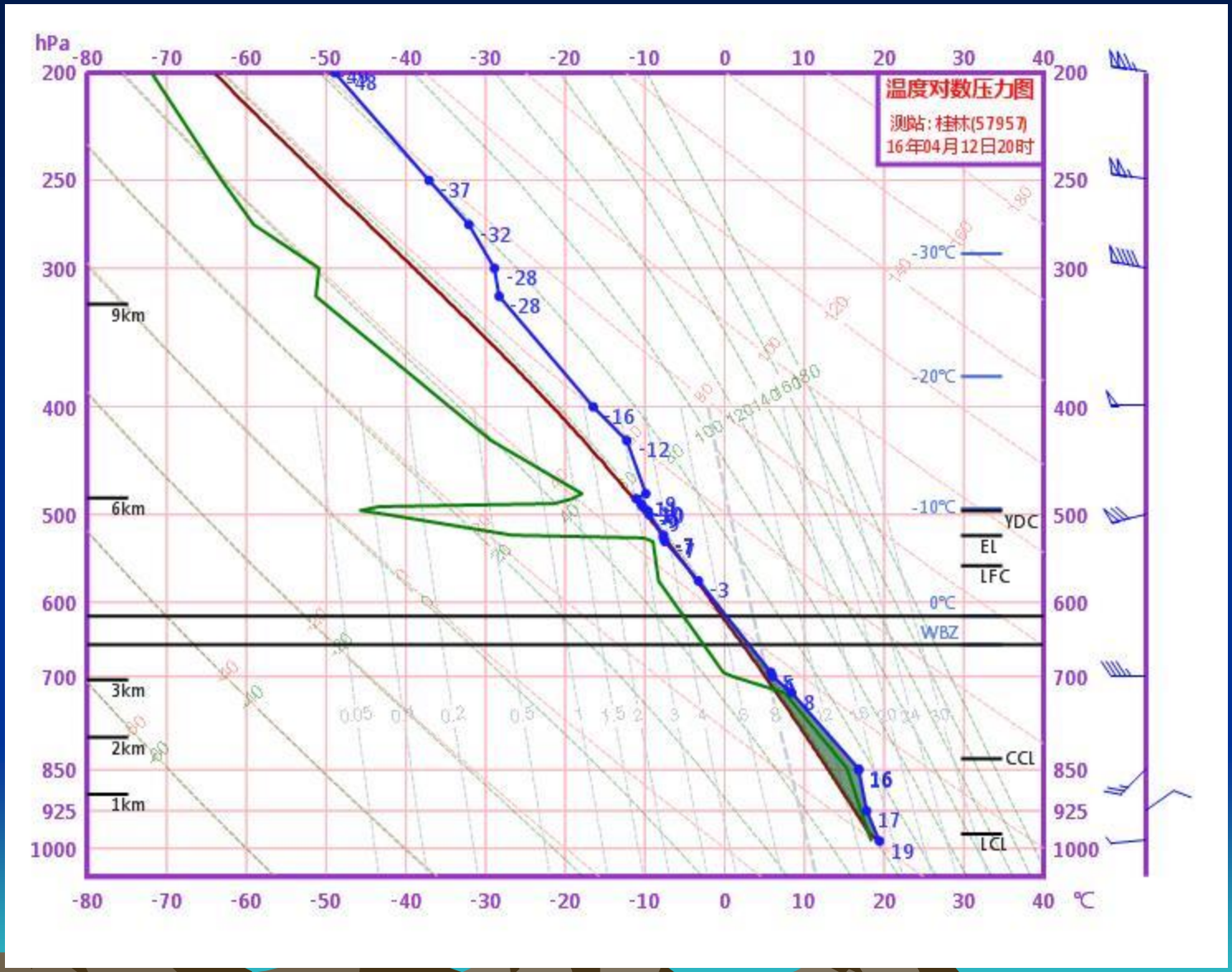
2016 04 12 20:00 surface

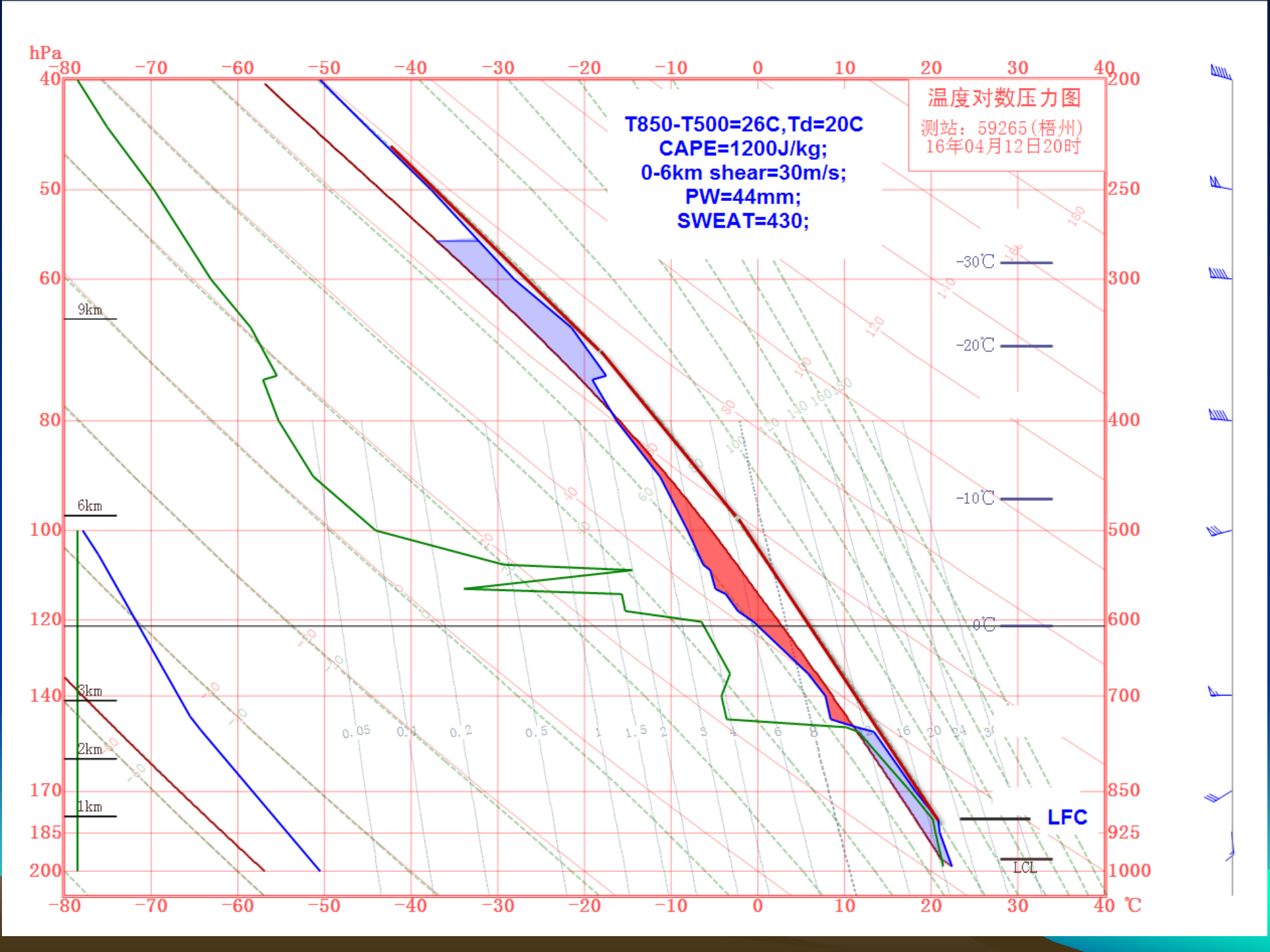


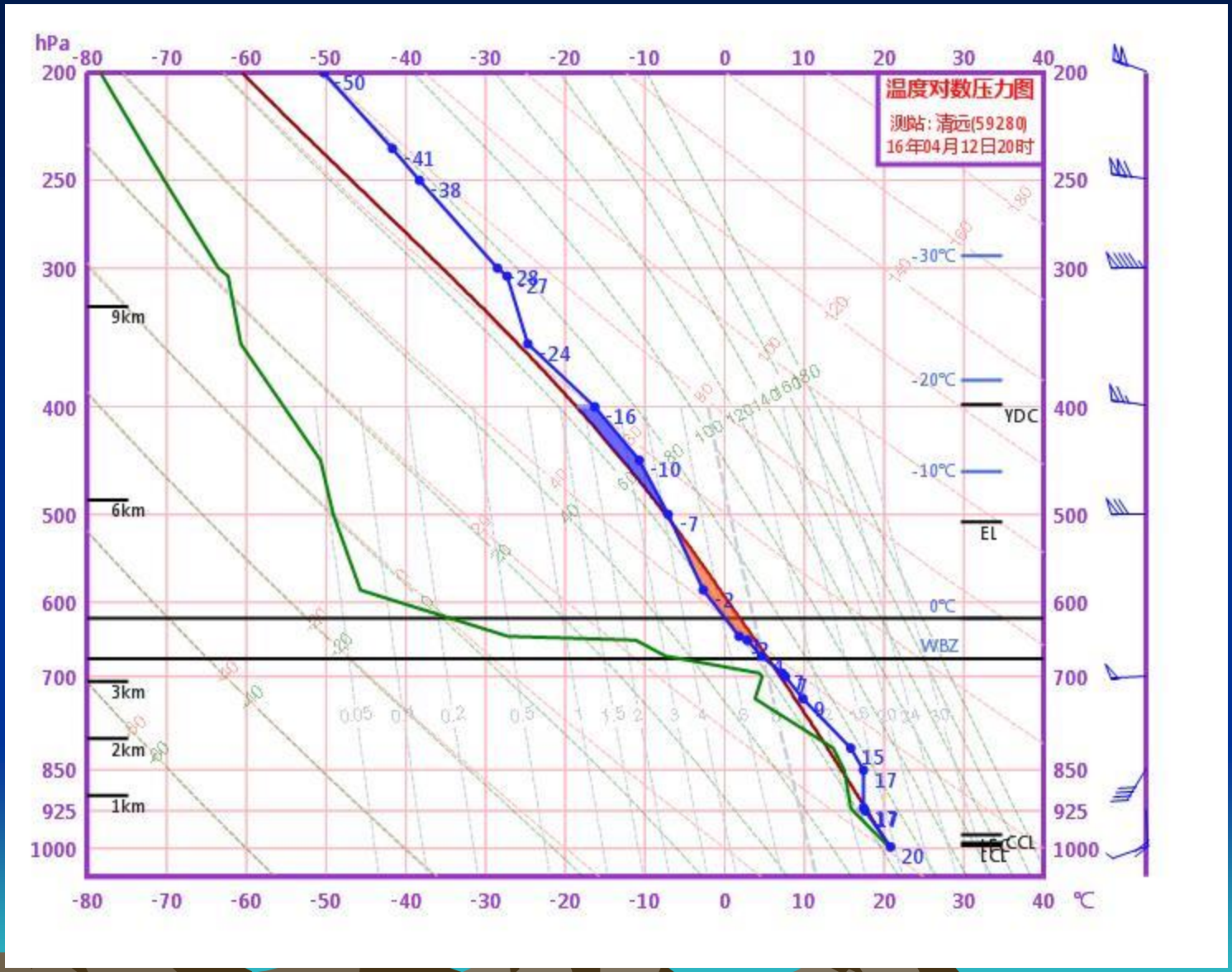
2016 04 12 20:00 surface zoom

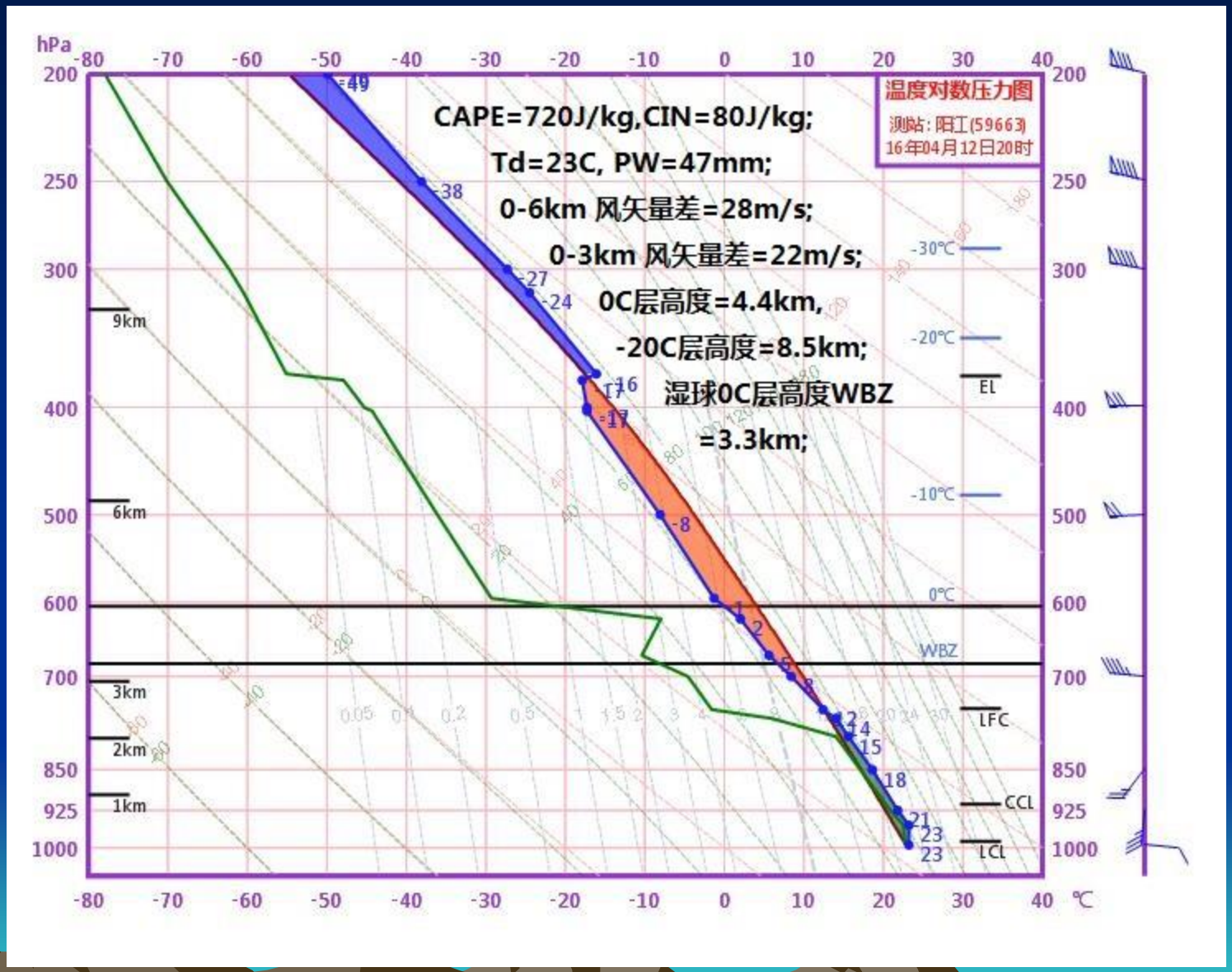



温度对数压力图
测站: 河池(59023)
16年04月12日20时
hPa
℃
YDC
EL
LFC
CCL
LCL
9km
6km
3km
2km
1km
-30℃
-20℃
-10℃
0℃
-50
-45
-36
-28
-27
-25
-16
-15
-14
-8
-10
-12
-14
-17
-19
-21

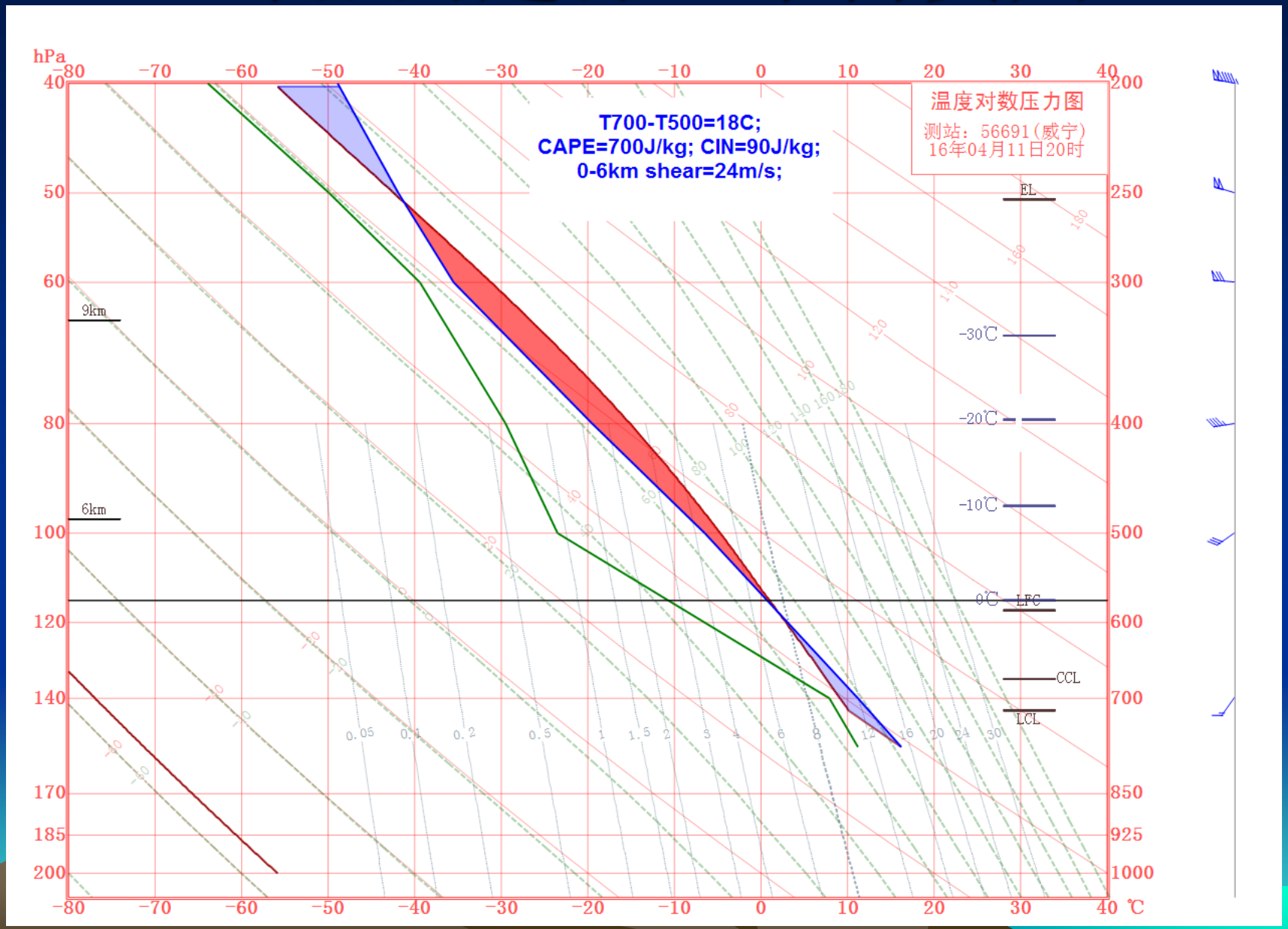

温度对数压力图
测站:桂林(57957)
16年04月12日20时
hPa
-80 -70 -60 -50 -40 -30 -20 -10 0 10 20 30 40
200 250 300 400 500 600 700 850 925 1000
9km
6km
3km
2km
1km
-30℃
-20℃
-10℃
0℃
WBZ
YDC
EL
LFC
CCL
LCL
-48
-37
-32
-28
-28
-16
-12
-3
16
17
19
℃

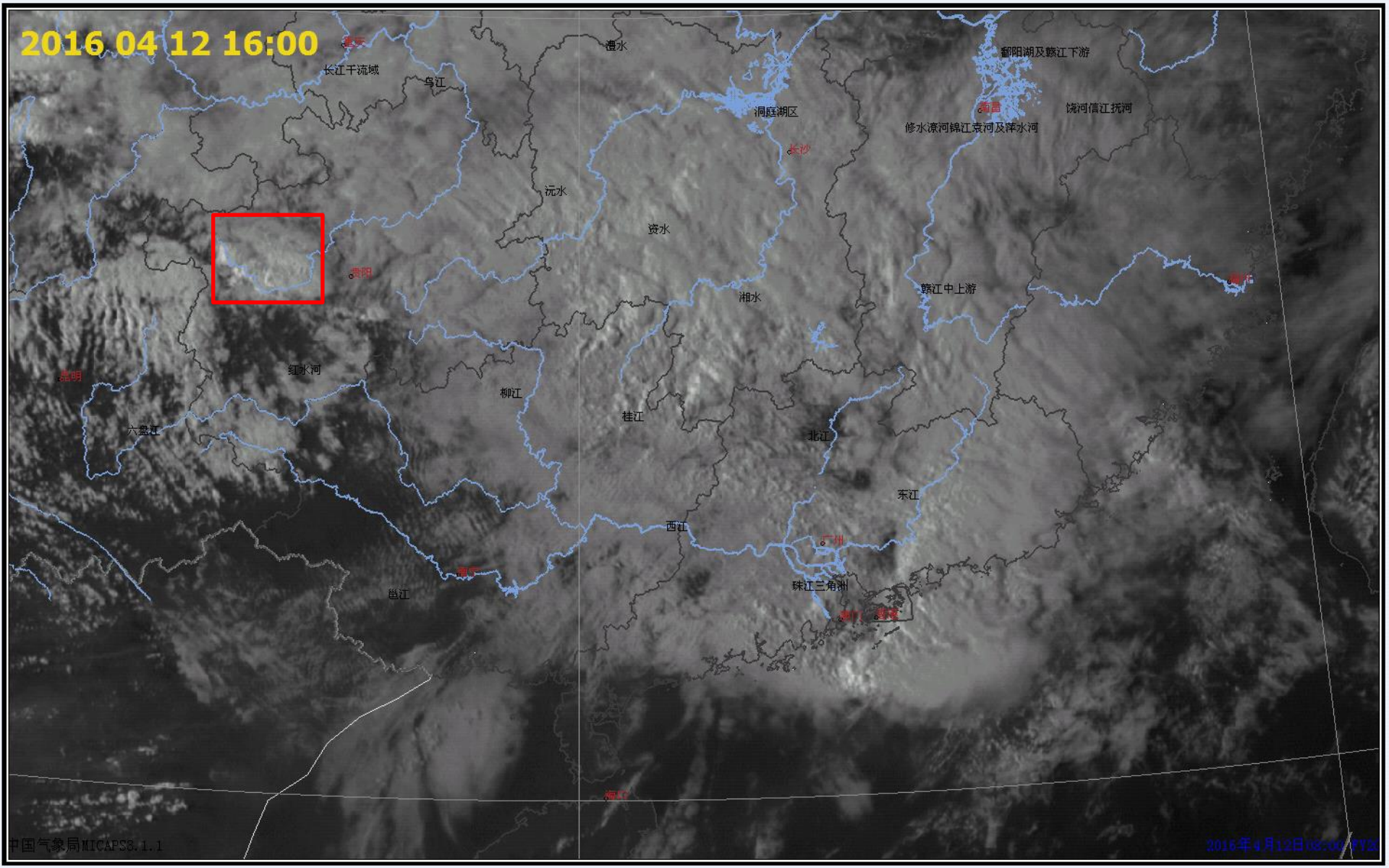

温度对数压力图
测站：59265(梧州)
16年04月12日20时
T850-T500=26C,Td=20C
CAPE=1200J/kg;
0-6km shear=30m/s;
PW=44mm;
SWEAT=430;
hPa
℃
9km
6km
3km
2km
1km
LFC
LCL
-30℃
-20℃
-10℃
0℃

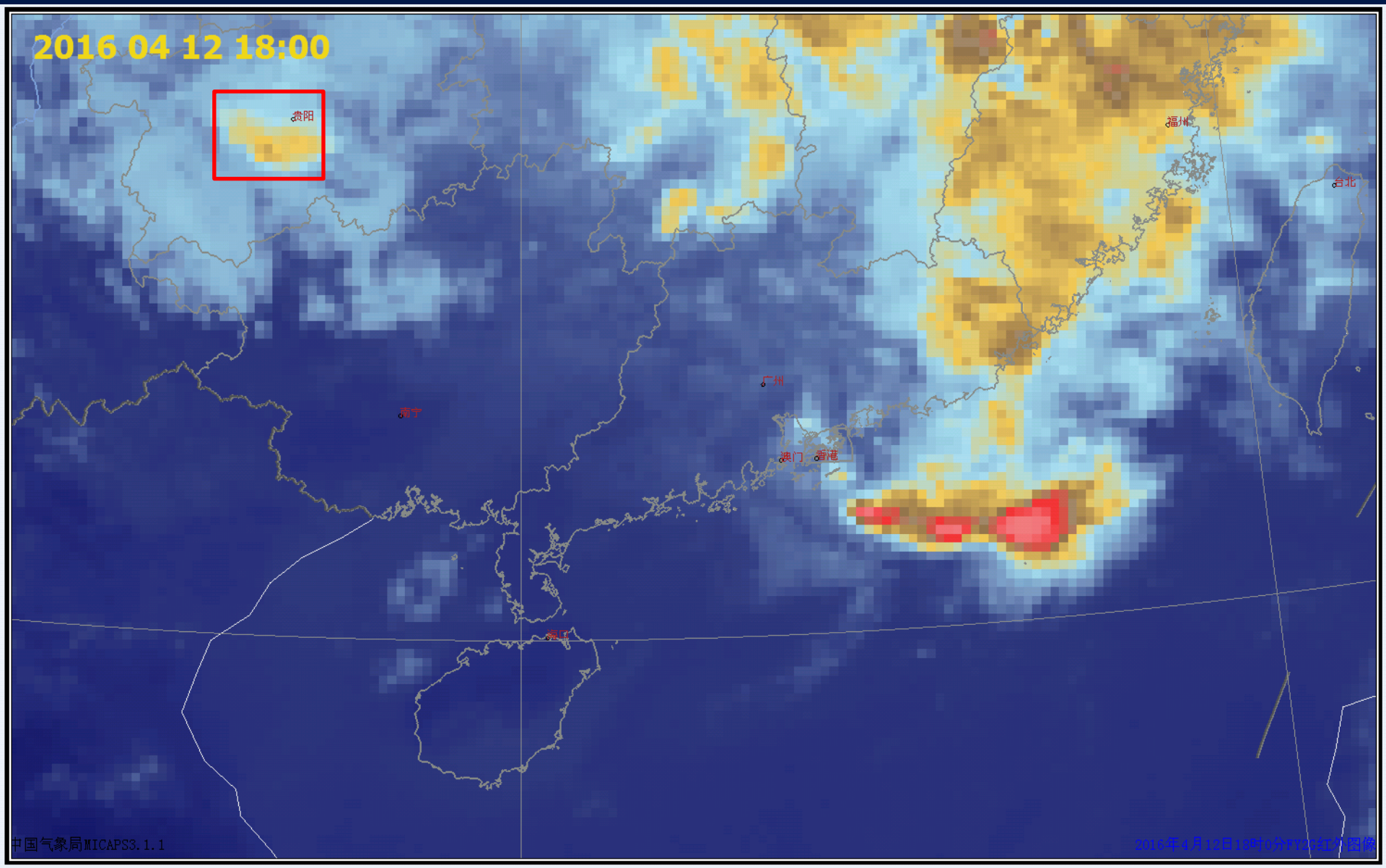

温度对数压力图
测站: 清远(59280)
16年04月12日20时
hPa
-80 -70 -60 -50 -40 -30 -20 -10 0 10 20 30 40
200 250 300 400 500 600 700 850 925 1000
9km
6km
3km
2km
1km
-30℃
-20℃
-10℃
0℃
YDC
EL
WBZ
LCL
CCL
-50 -41 -38 -28 -27 -24 -16 -10 -7 -2 7 9 15 17 17 20
℃

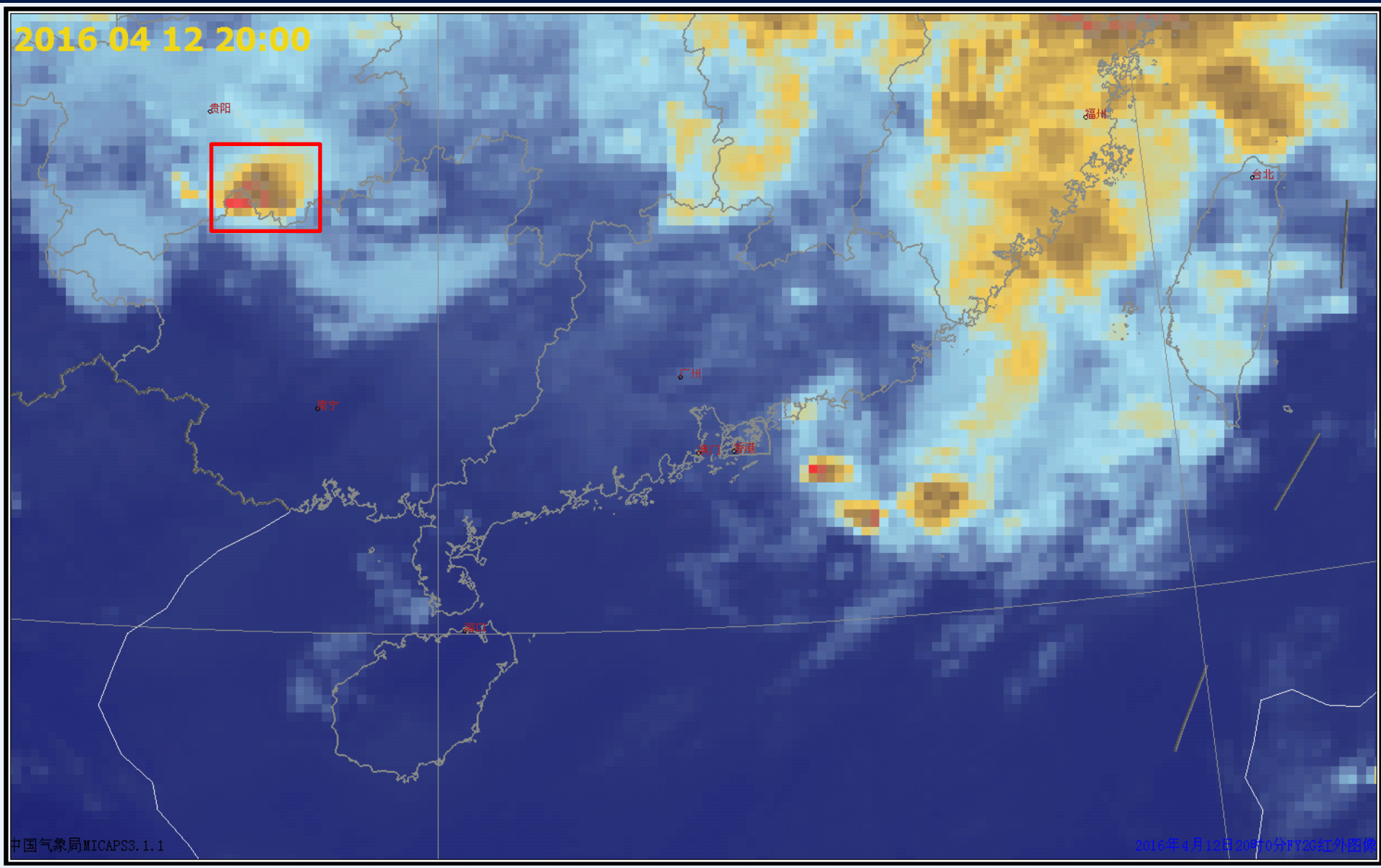

温度对数压力图
测站: 阳江(59663)
16年04月12日20时
CAPE=720J/kg,CIN=80J/kg;
Td=23C, PW=47mm;
0-6km 风矢量差=28m/s;
0-3km 风矢量差=22m/s;
0C层高度=4.4km,
-20C层高度=8.5km;
湿球0C层高度WBZ
=3.3km;
hPa
℃
9km
6km
3km
2km
1km
-30℃
-20℃
-10℃
0℃
EL
WBZ
LFC
CCL
LCL

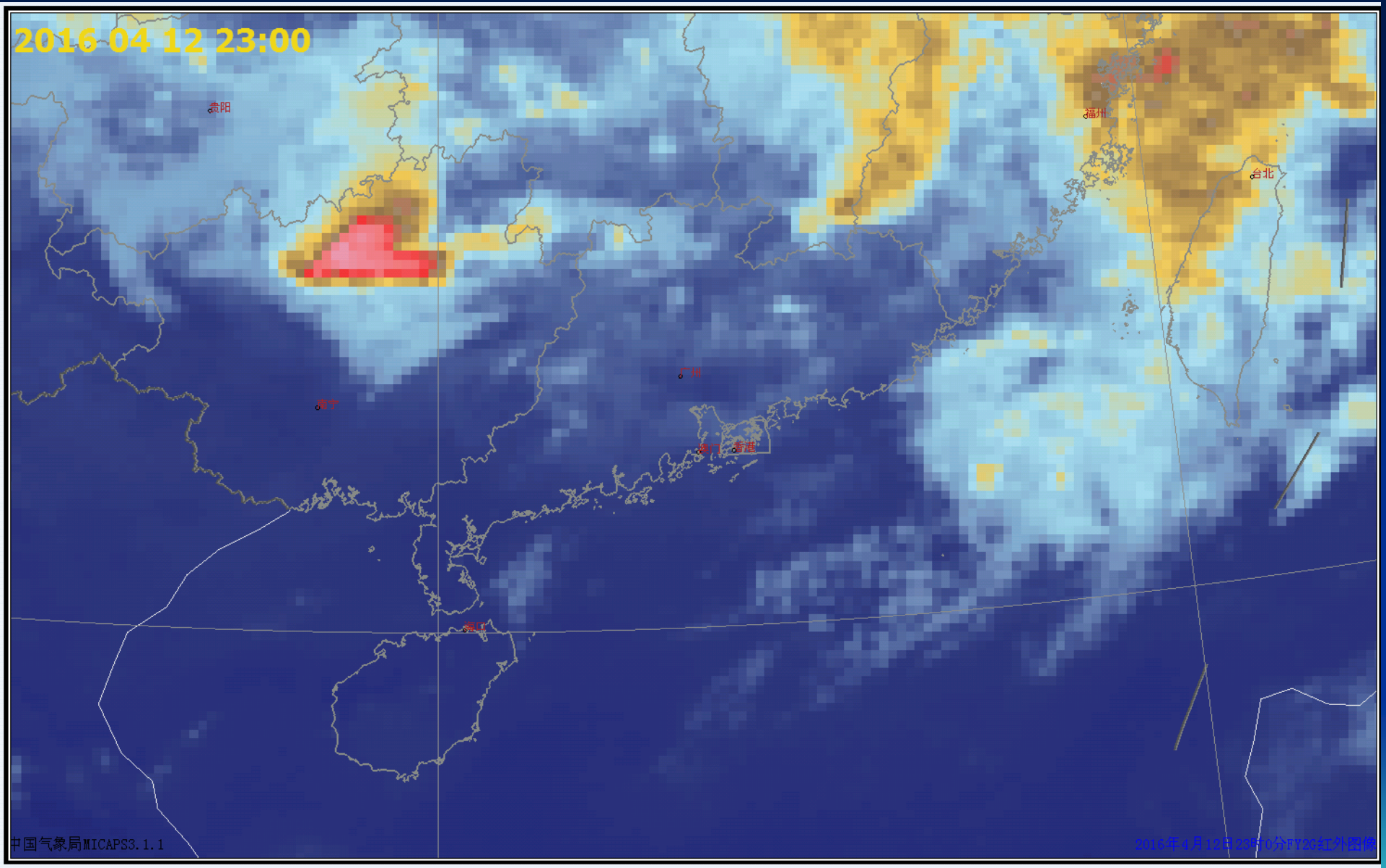
对流的起源：来自贵州

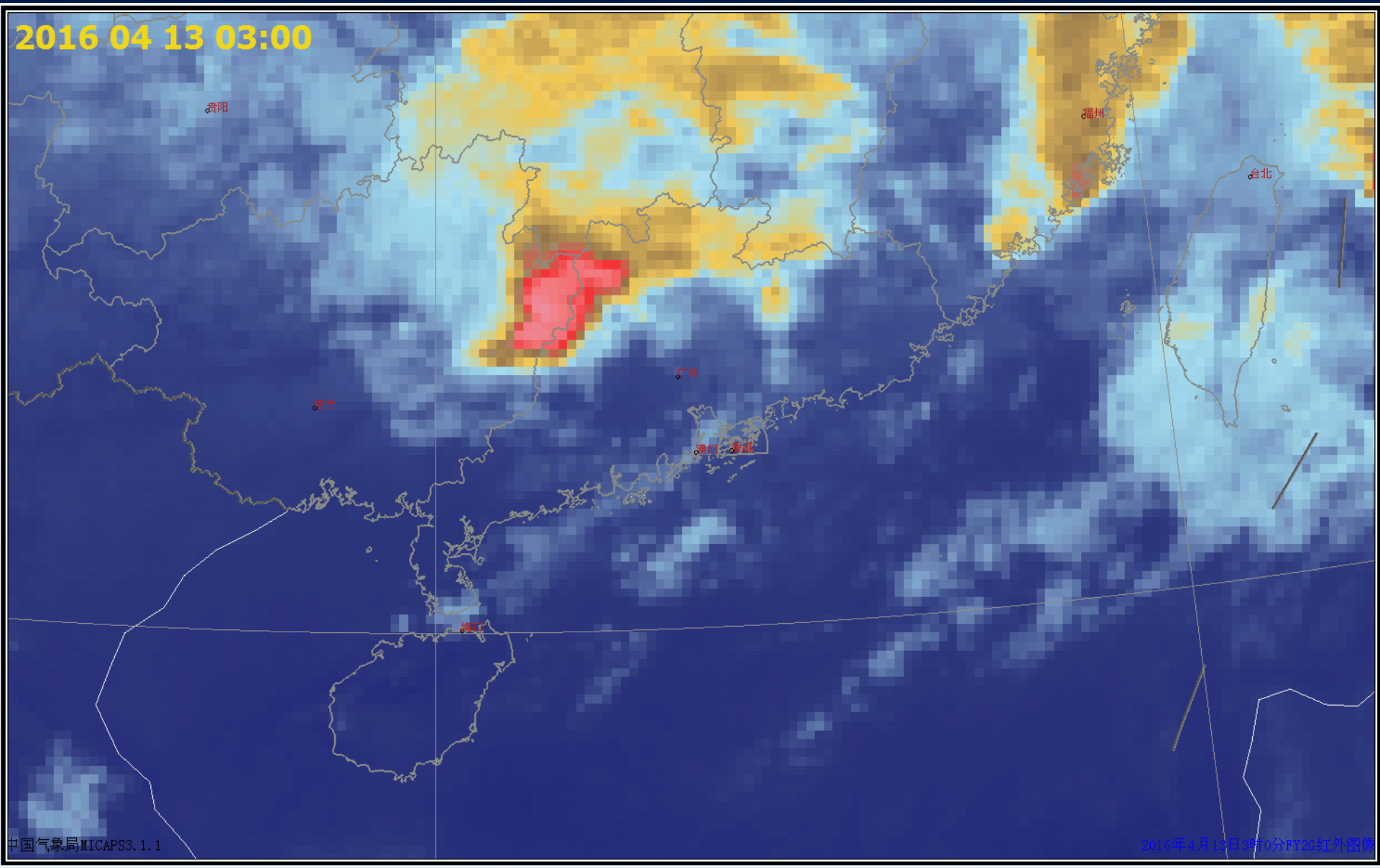

温度对数压力图
测站：56691(威宁)
16年04月11日20时
T700-T500=18C;
CAPE=700J/kg; CIN=90J/kg;
0-6km shear=24m/s;
hPa
℃
EL
-30℃
-20℃
-10℃
0℃
LFC
CCL
LCL
9km
6km

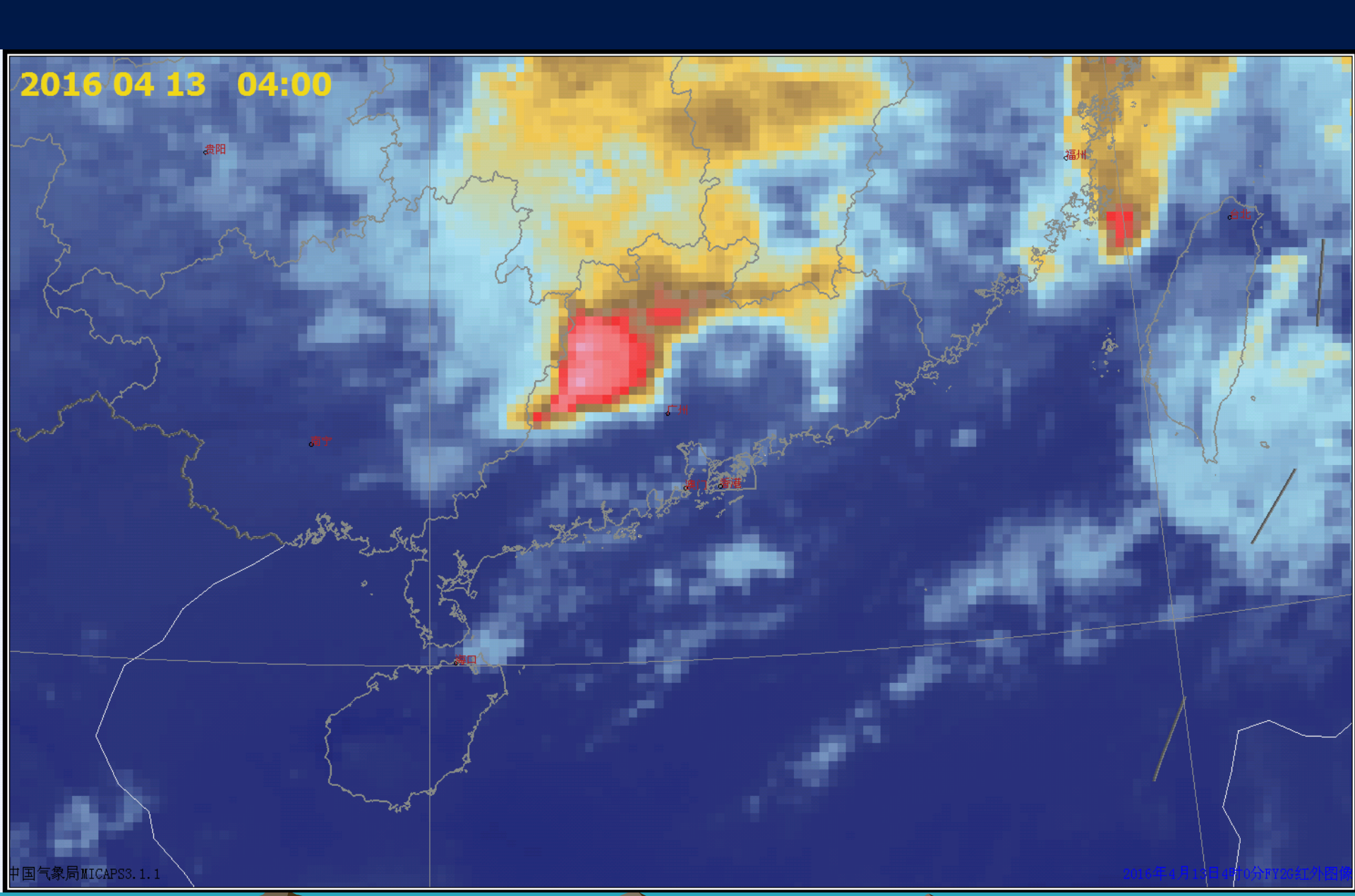

2016 04 12 16:00
长江干流域
乌江
沅水
资水
湘水
洞庭湖区
鄱阳湖及赣江下游
饶河信江抚河
修水潦河锦江袁河及萍水河
赣江中上游
红水河
柳江
桂江
北江
东江
西江
珠江三角洲
六盘江
邕江
中国气象局MICAPS3.1.1

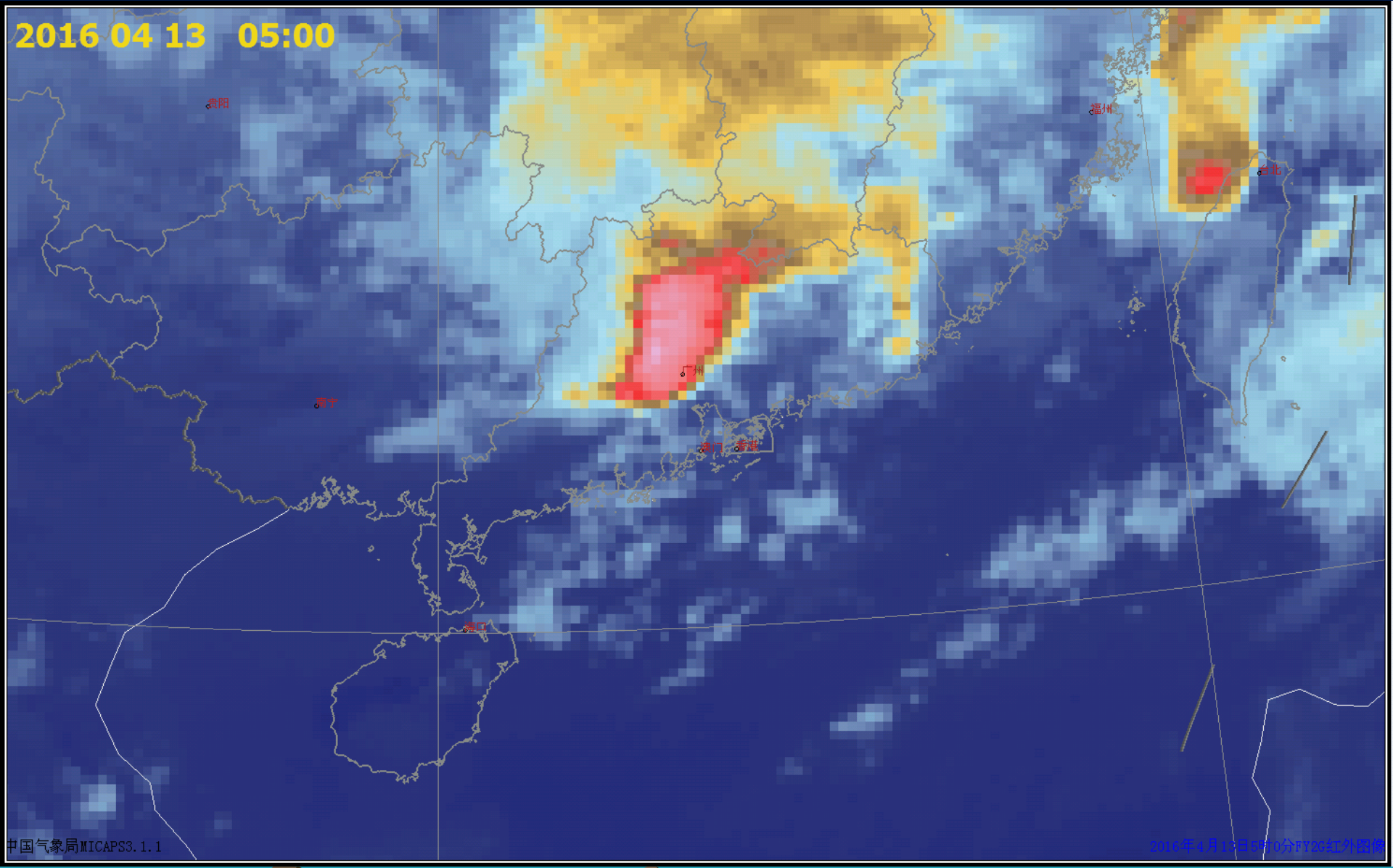

2016 04 12 18:00
贵阳
福州
台北
广州
南宁
澳门
香港
湛江
中国气象局MICAPS3.1.1
2016年4月12日18时0分FY2G红外图像

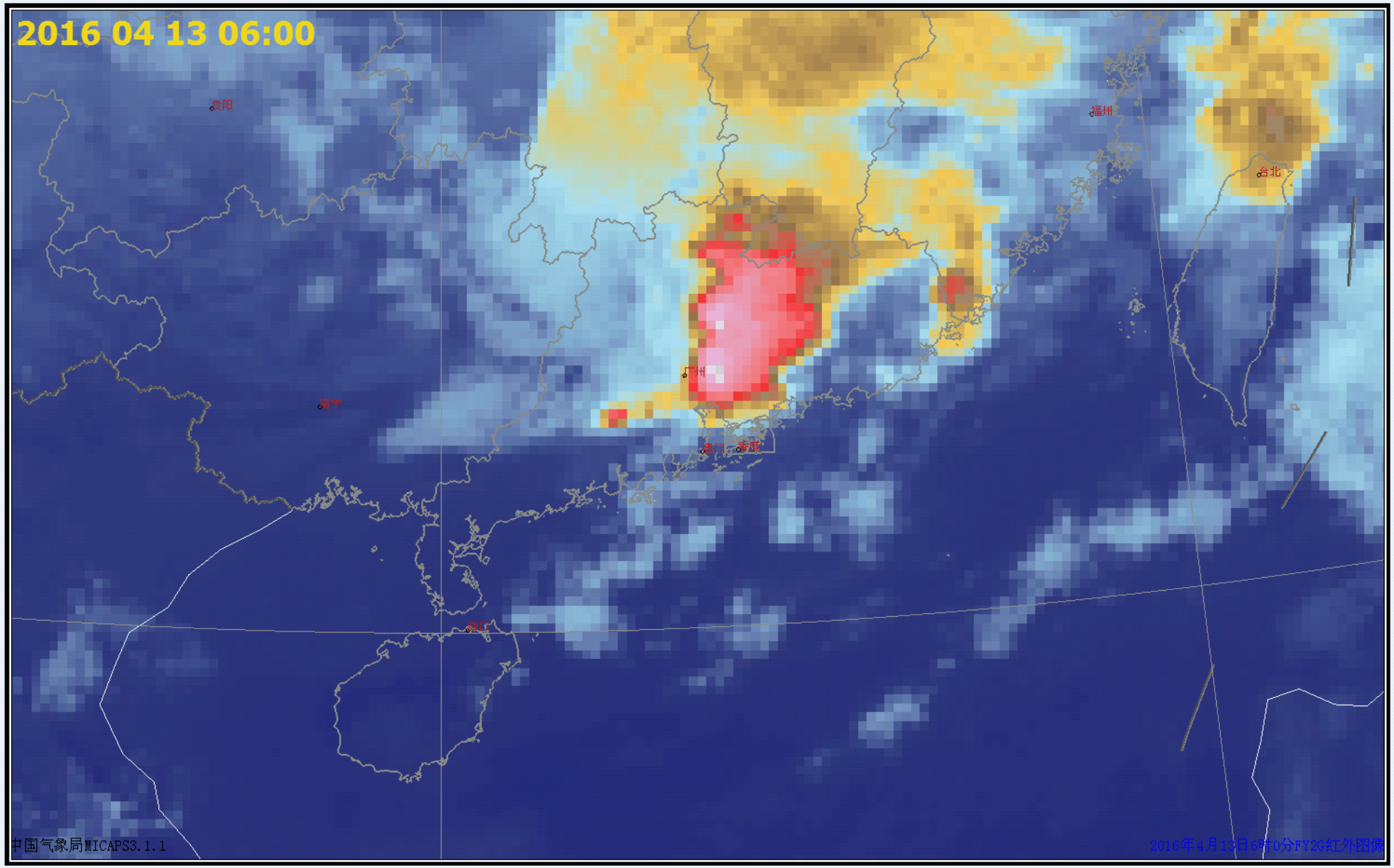

2016 04 12 20:00
贵阳
南宁
广州
福州
台北
湛江
中国气象局MICAPS3.1.1
2016年4月12日20时0分FY2C红外图像


2016 04 12 23:00
贵阳
福州
台北
广州
南宁
澳门
香港
海口
中国气象局MICAPS3.1.1
2016年4月12日23时0分FY2G红外图像


2016 04 13 03:00
贵阳
福州
台北
广州
南宁
澳门
香港
湛江
中国气象局MICAPS3.1.1
2016年4月13日3时0分FY2G红外图像

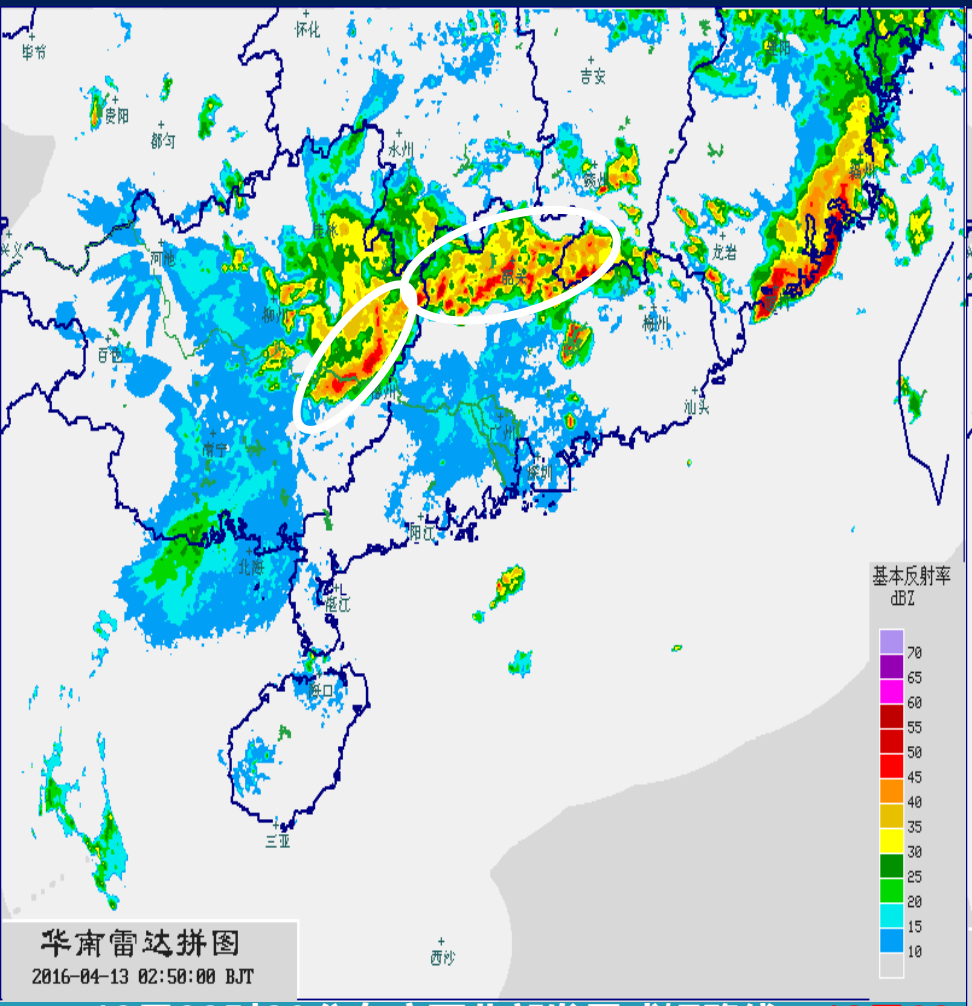

2016 04 13 04:00
贵阳
福州
台北
广州
南宁
澳门
香港
湛江
中国气象局MICAPS3.1.1
2016年4月13日4时0分FY2G红外图像


2016 04 13 05:00
贵阳
福州
台北
南宁
广州
澳门
香港
湛江
中国气象局MICAPS3.1.1
2016年4月13日5时0分FY2G红外图像

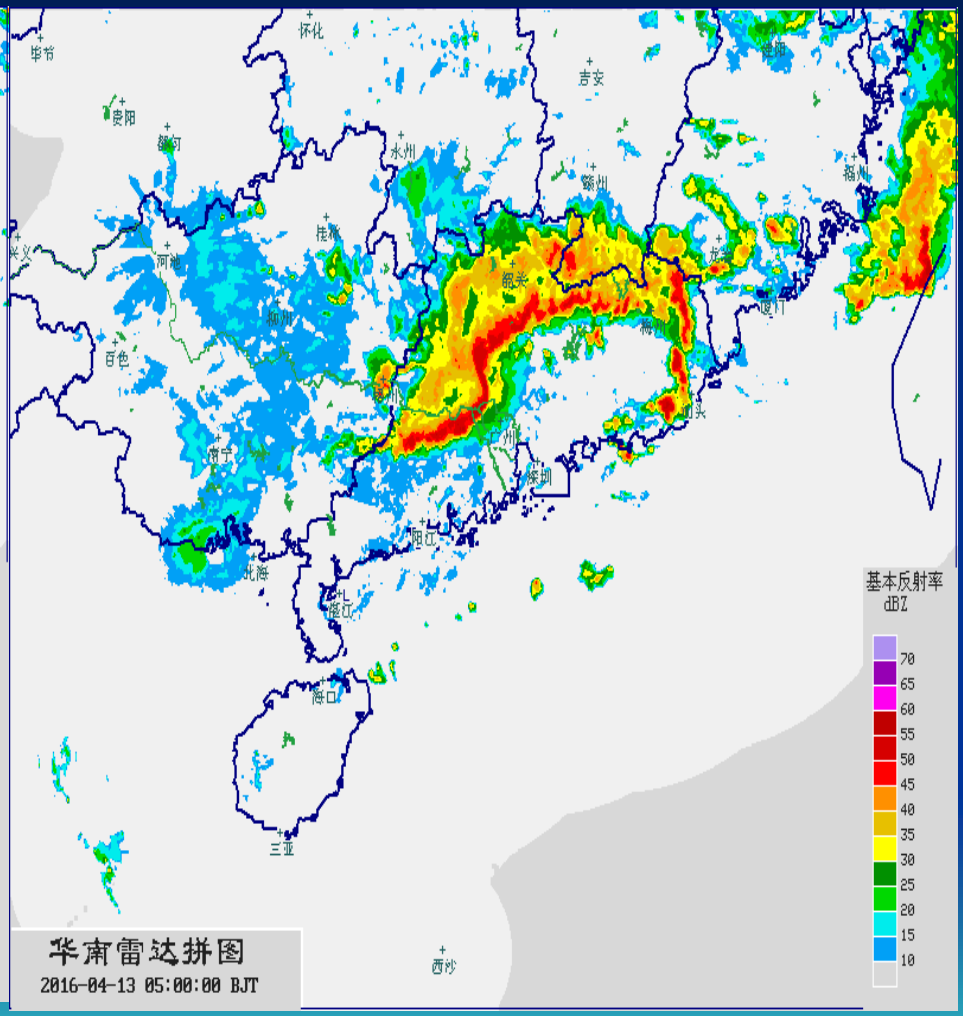

2016 04 13 06:00
贵阳
福州
台北
广州
南宁
澳门
香港
湛江
中国气象局MICAPS3.1.1
2016年4月13日6时0分FY2G红外图像

飑线生成与发展 李怀宇提供

13日02时50分



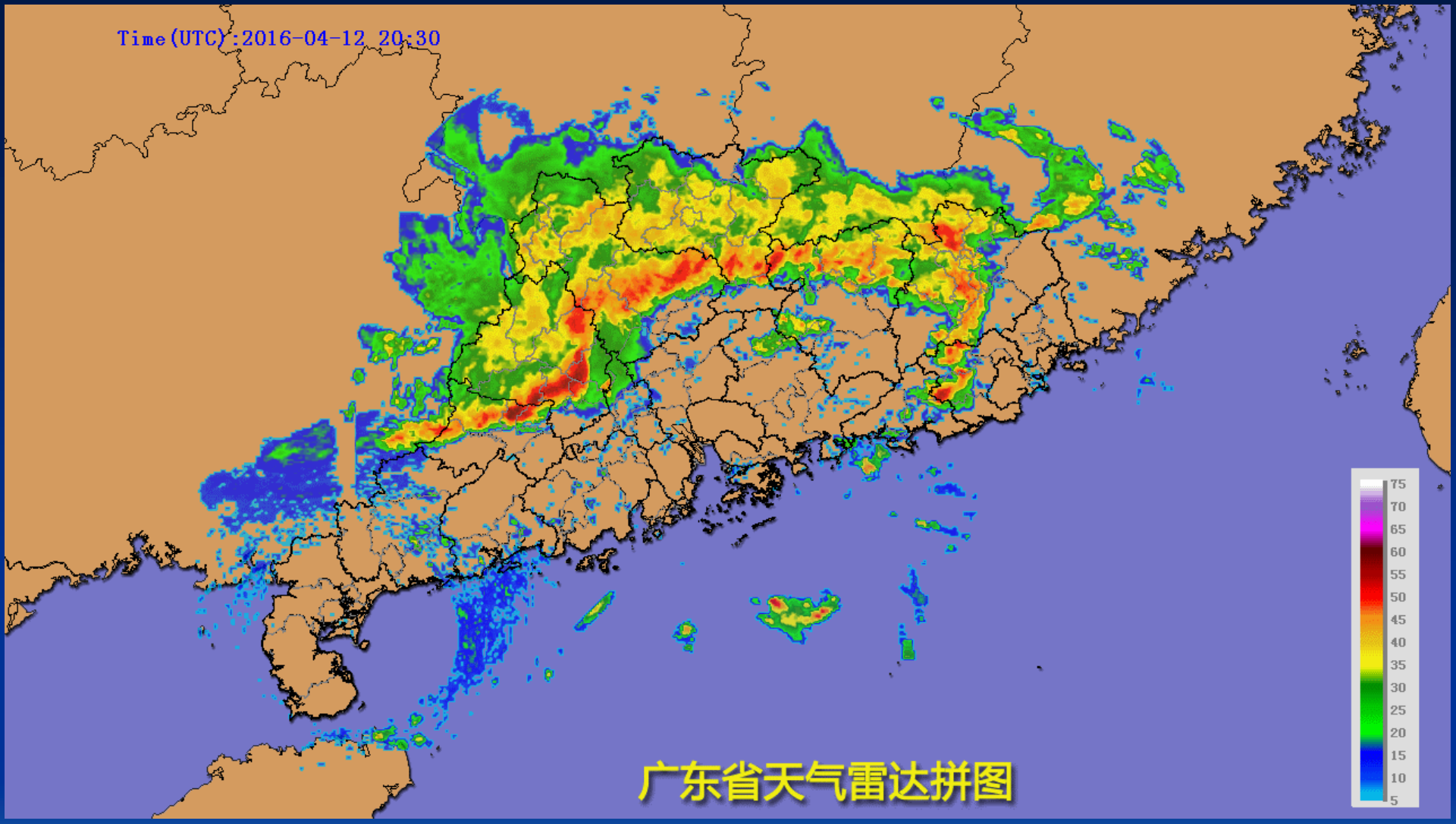
13日05时



12日22时30分在广西北部发展成短飑线；13日03时左右，移至桂粤交界处，同时粤北有多个雷暴发展；近05时，在清远韶关一带与短飑线连成一条长约500km，宽约30~40km的飑线。

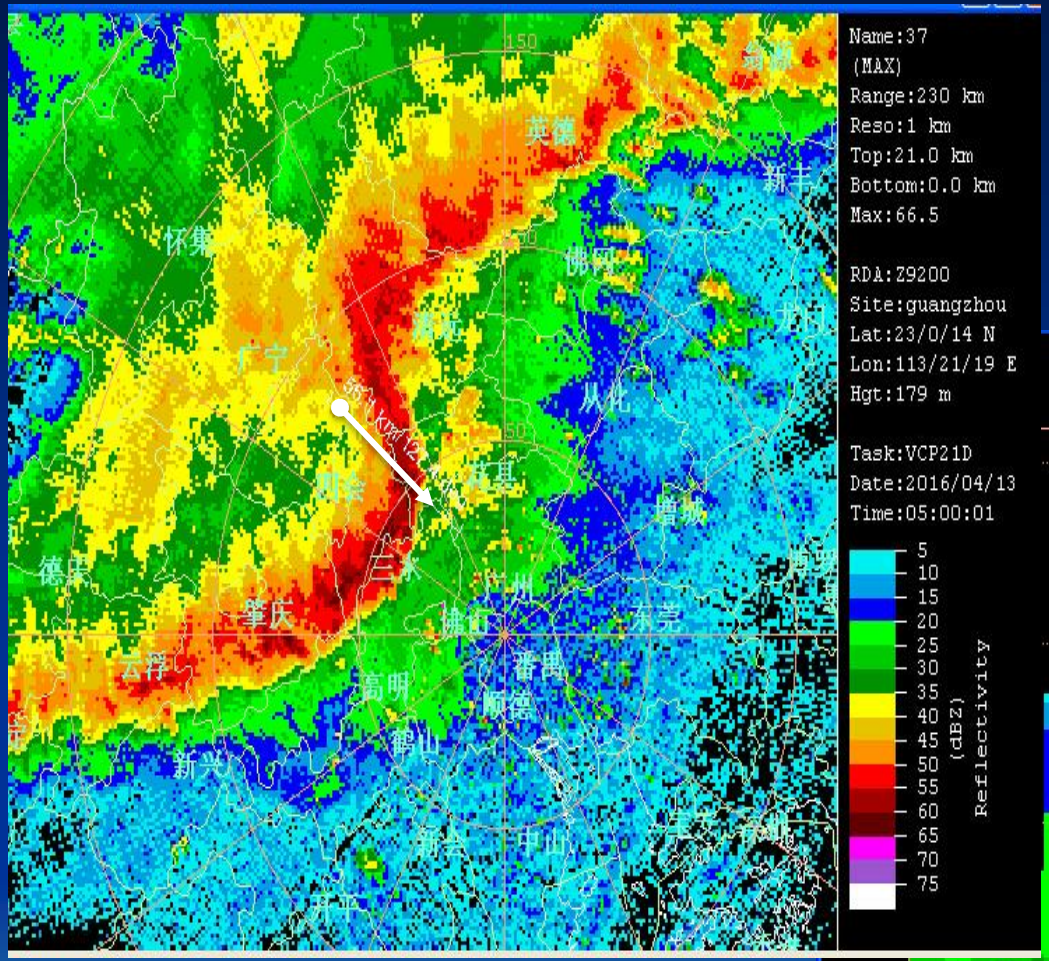
整条飑线移速较快，不到2个小时横扫完广州。

雷达回波



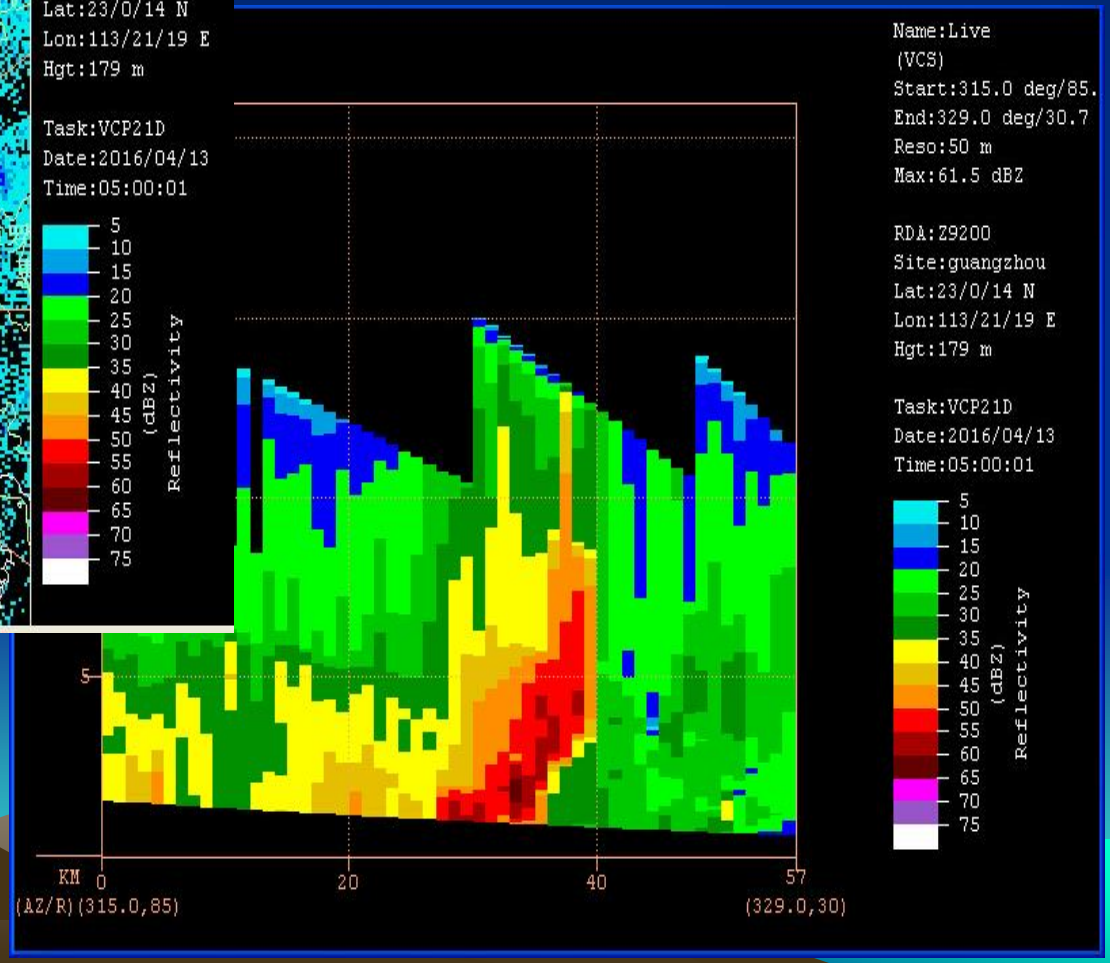
2016 04 13 凌晨广东雷达拼图动画　　伍志芳正研高工提供

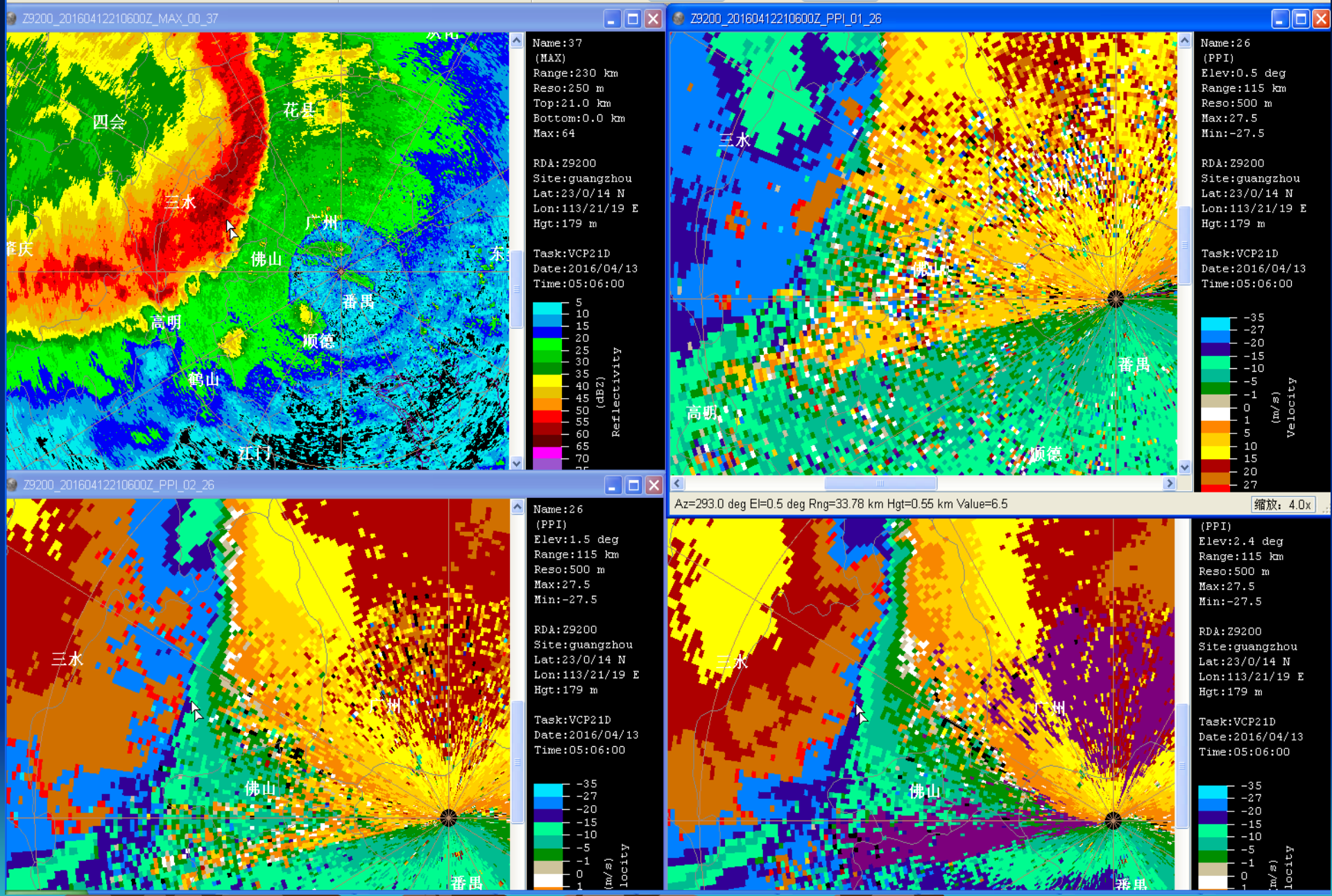
强回波径向剖面



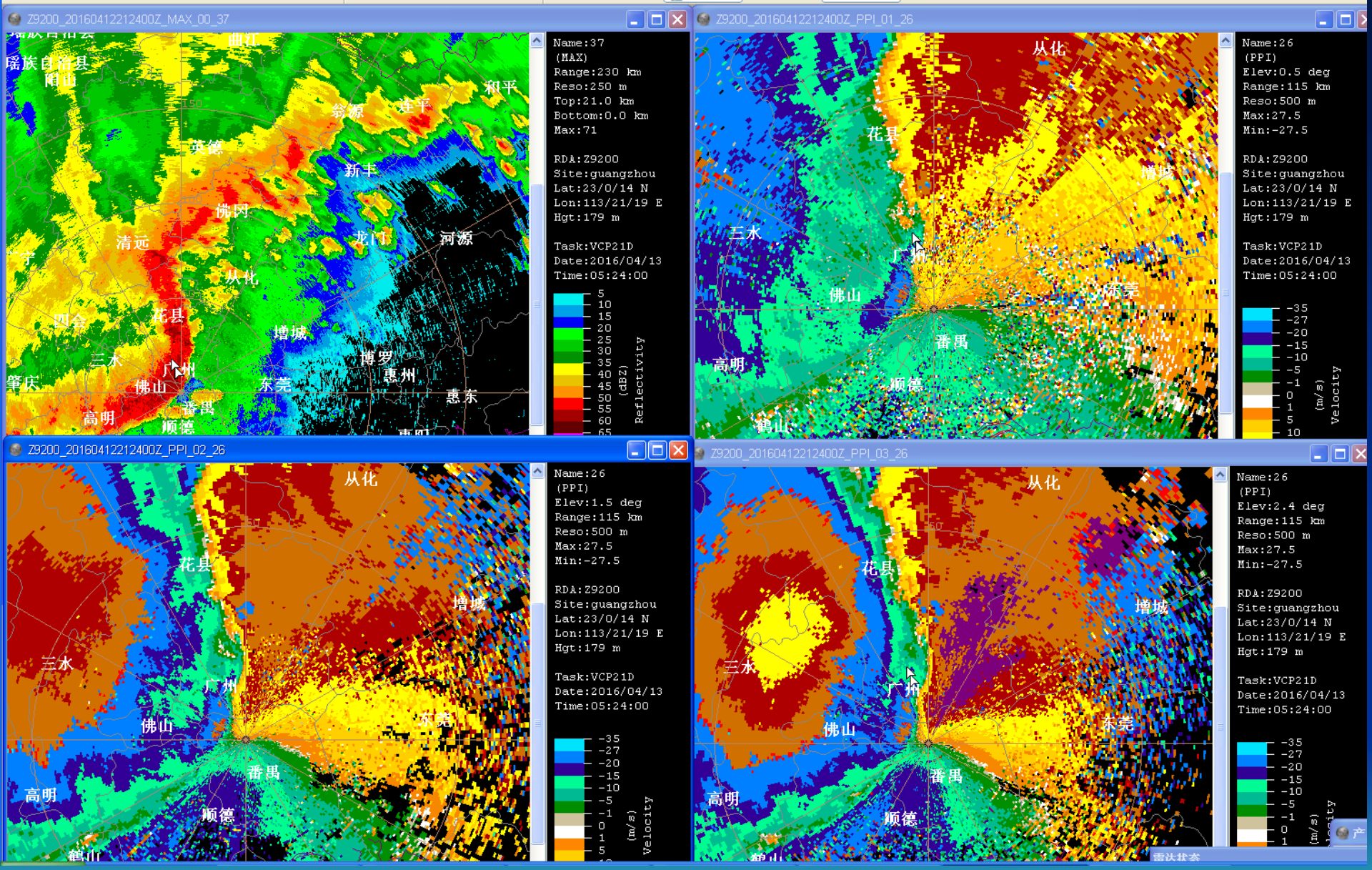
李怀宇提供

05时00分

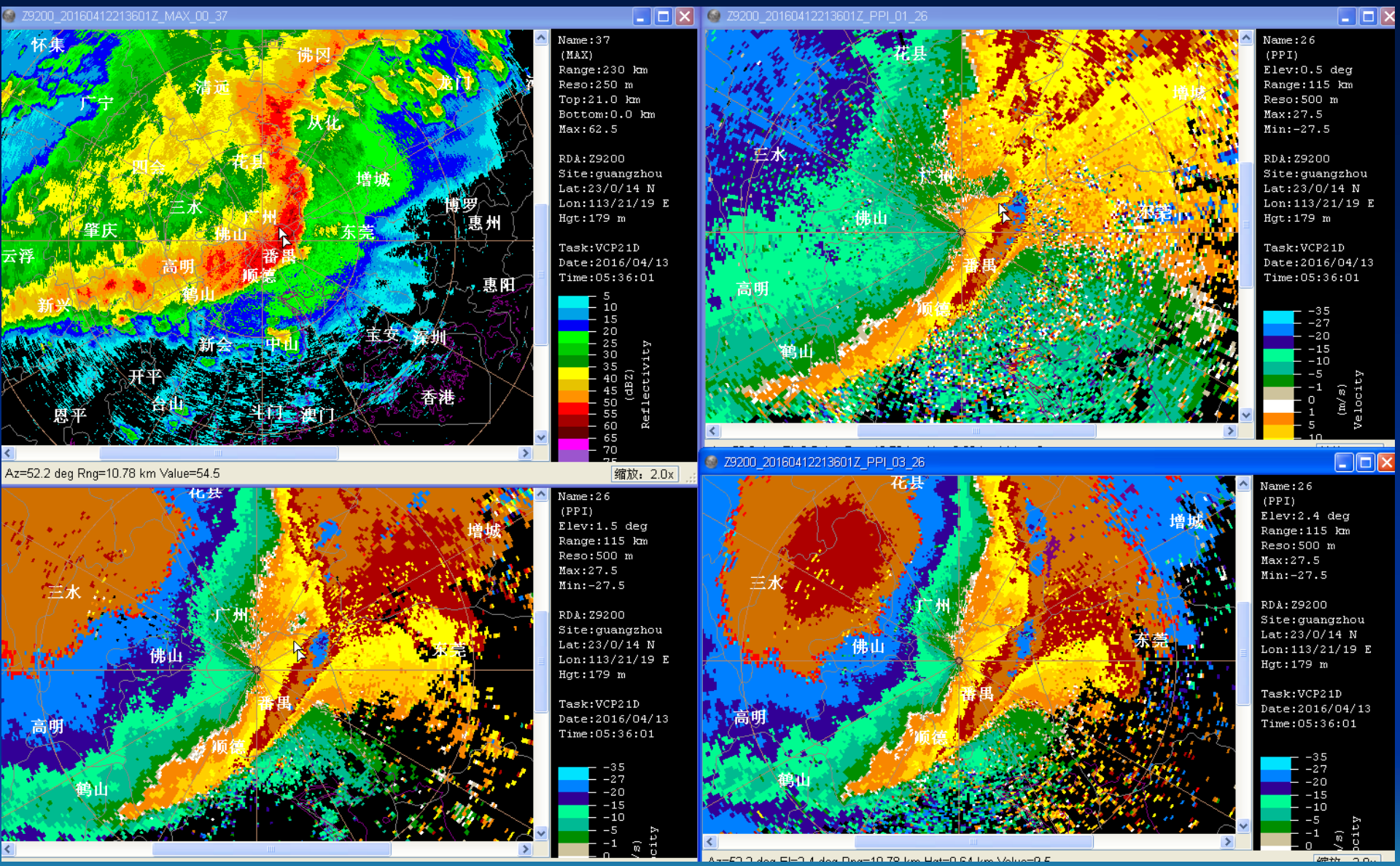




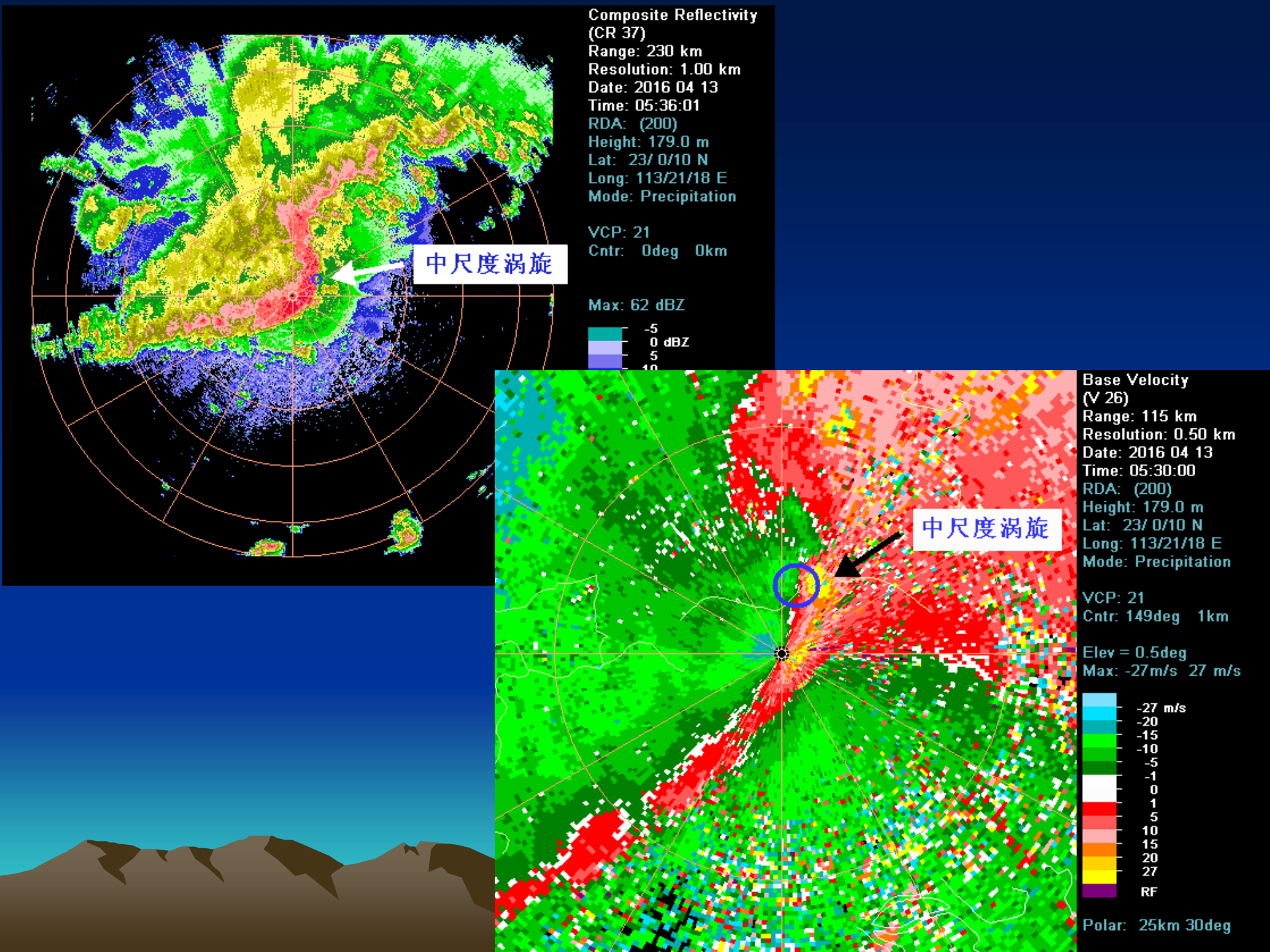
05:06 佛山里水42.1m/s极大风由弓状回波顶后侧强下沉气流造成　伍志方提供

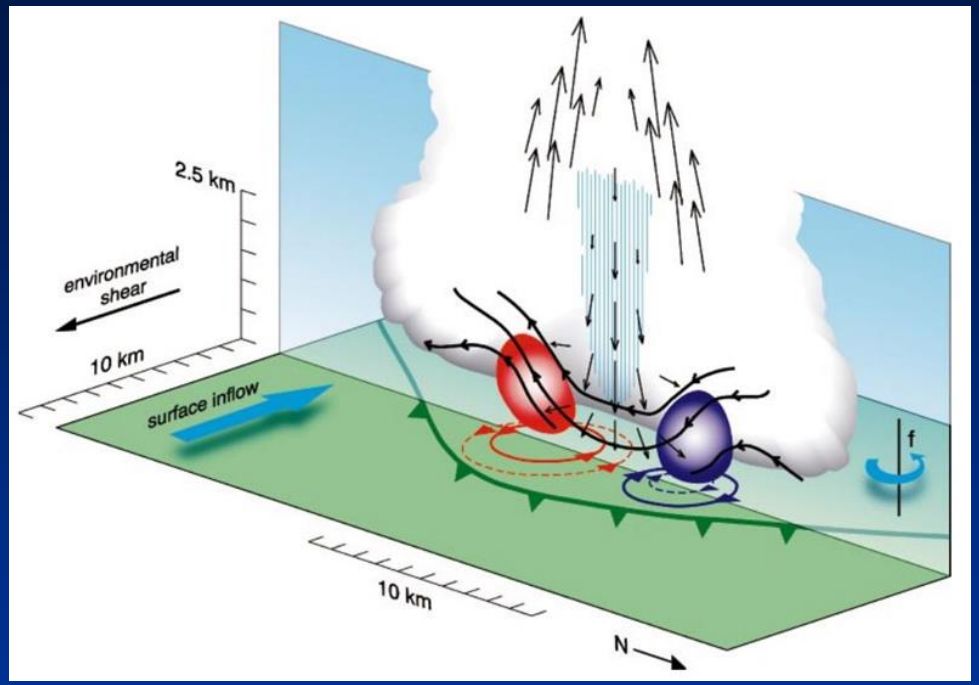


05:24弓状回波顶及其北侧多下击暴流　伍志方提供



05:36弓状回波顶中尺度涡旋东移减弱　伍志方提供


Composite Reflectivity
(CR 37)
Range: 230 km
Resolution: 1.00 km
Date: 2016 04 13
Time: 05:36:01
RDA: (200)
Height: 179.0 m
Lat: 23/ 0/10 N
Long: 113/21/18 E
Mode: Precipitation
VCP: 21
Cntr: Odeg 0km
Max: 62 dBZ
-5
0 dBZ
5
10
中尺度涡旋
Base Velocity
(V 26)
Range: 115 km
Resolution: 0.50 km
Date: 2016 04 13
Time: 05:30:00
RDA: (200)
Height: 179.0 m
Lat: 23/ 0/10 N
Long: 113/21/18 E
Mode: Precipitation
VCP: 21
Cntr: 149deg 1km
Elev = 0.5deg
Max: -27m/s 27 m/s
-27 m/s
-20
-15
-10
-5
-1
0
1
5
10
15
20
27
RF
Polar: 25km 30deg
中尺度涡旋



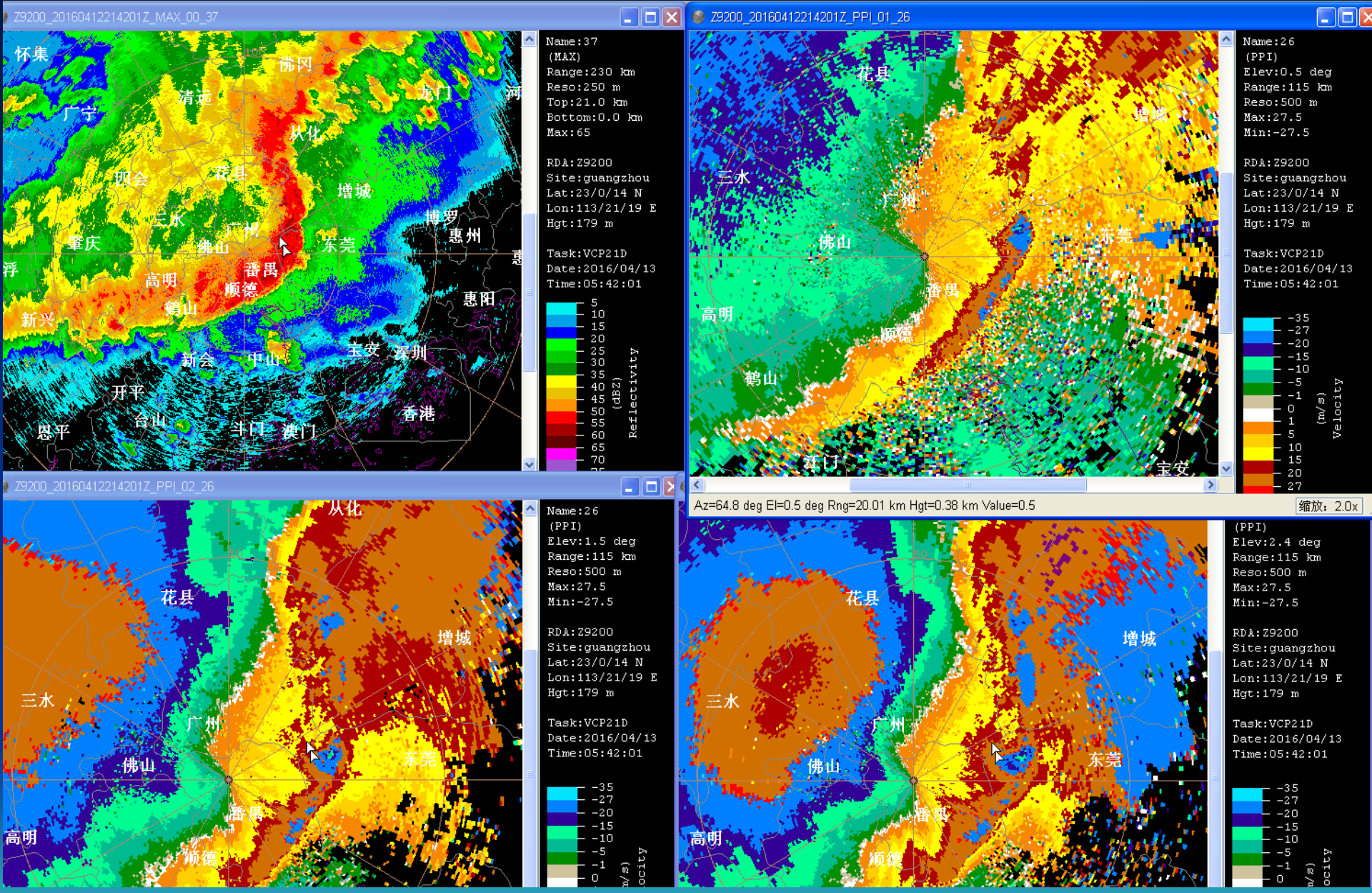
线状对流系统中γ中尺度涡旋形成的一种可能机制示意图。绿色带尖刺的线为阵风锋，箭头代表垂直平面内的空气运动，蓝色阴影区代表强降雨区，黑色粗实线代表垂直平面内的涡线，上面的小箭头为涡度的方向，红色和紫色分别代表垂直平面内正的和负的垂直涡度区域。

γ中尺度涡旋

- 我们注意到，在飑线和/或弓形回波前部，常常会有类似于中气旋的γ中尺度涡旋生成，通常比中气旋要浅薄，中气旋探测算法常常这些γ中尺度涡旋中比较深厚一些的识别为中气旋，对应的反射率因子也没有明显的超级单体特征；
- 美国的一些学者如Trapp and Weisman （2002, 2003）也注意到这个事实，指出这些位于飑线和/或弓形回波前部的γ中尺度涡旋不是超级单体中气旋，其形成机制与超级单体中气旋明显不同，但它们除了可以导致更强的雷暴大风外，还可以导致龙卷，美国由多单体线状风暴产生的龙卷中，至少有一半左右是由这类不同于超级单体中气旋的γ中尺度涡旋导致的（Trapp et al. 2005）。Trapp and Weiman （2003）提出了这类位于飑线和/或弓形回波前部的γ中尺度涡旋的形成机理；

γ中尺度涡旋

- 在图中，绿色带尖刺的线为阵风锋，箭头代表垂直平面内的空气运动，蓝色阴影区代表强降雨区，黑色粗实线代表垂直平面内的涡线，上面的小箭头为涡度的方向，红色和紫色分别代表垂直平面内正的和负的垂直涡度区域。最初水平的涡旋被降水导致的下沉气流所扭曲，形成垂直的正负涡度对，红色区域为气旋式涡度，紫色区域为反气旋式涡度，水平平面内带箭头的红色和紫色圆圈代表气旋式涡度和反气旋涡度目前的状态，带箭头红色实线圆圈和紫色实线圆圈一样大代表此时气旋式涡度和反气旋涡度一样大，均势力敌。随着时间推移，由于对地转参数f的垂直拉伸作用，气旋式涡度得到加强而反气旋涡度被减弱，最终气旋式涡度占了支配地位，如图中水平平面内带箭头的红色虚线圆圈（代表气旋式涡度）和紫色虚线圆圈（代表反气旋涡度）所示。



05:42弓状回波顶中尺度涡旋东移减弱　伍志方提供