

利用 CINRAD WSR-98D 探测飊线天气过程

杨梅¹ 尹小飞¹ 黄祖辉¹ 李玉芳¹ 李玉林²

(1 江西省气象台, 2 江西省人工影响天气办公室, 南昌 330046)

摘要 根据南昌 CINRAD WSR-98D 天气雷达获取的 2002 年 4 月 5 日的平均径向速度场和强度场回波资料, 结合当日探空 500 hPa 及地面天气形势等资料分析发现: 2002 年 4 月 5 日的强风夹带飊线天气过程的发生、发展, 在高空、地面天气形势及层结稳定度方面均表现出明显特征, 同时在多普勒天气雷达回波上也有明显特征。

关键词 多普勒天气雷达 飊线 强对流天气

引言

受高空低槽东移和地面冷锋偏东南下影响, 2002 年 4 月 5 日 08:00 ~ 24:00 (北京时, 下同) 江西 44 个县(市、区) 出现了 63 站(次) 雷雨大风和偏 SW 大风, 局部出现强降水、冰雹、飊线灾害天气。南昌多普勒天气雷达观测结果表明, 11:00、15:00 分别出现了自西向东两条飊线(飊线 1、飊线 2) 影响江西, 造成沿途所经之处出现了雷雨大风等灾害性天气。

1 天气形势背景条件

2002 年 4 月 5 日 02:00 地面天气形势表明: 沿海有高压脊南伸, 江南有倒槽发展, 槽内有风速辐合线和低涡生成; 08:00 500 hPa 有一低槽自昆明、会理经涪陵、西安至呼和浩特, 槽前吹一致 SW 风; 长江中下游以南风速均超过 20 m/s, 槽后吹 8 ~ 18 m/s 的 NW 风; 昆明有一小槽沿 SW 气流北上; 地面辐合线位于

槽前强 SW 气流中, 辐合线上风速有明显辐合。

2 热力不稳定性变化

2.1 温度与露点曲线随高度变化

从 4 月 5 日 07:00 南昌高空风、温、压、湿变化发现: 850 hPa 以下层结曲线与状态曲线较靠近, 越往高空相距越远, 两者之间呈明显向上开口喇叭状, 表明低层潮湿, 高层干燥^[1]。600 ~ 300 hPa 均为正面积, 这表明对流不稳定区深厚, 利于冰雹、飊线等强对流天气形成。

2.2 沙氏指数等参量变化

表 1 是 2002 年 4 月 5 日 07:00 探空参数变化。由表 1 可知, 沙氏指数为 -1.3, 表明大气层结十分不稳定; θ_{se} 值之差为 -178 °C, 也同样表明对流发展强烈。当日中、低层(900 ~ 700 hPa) 为暖平流, 700 ~ 600 hPa 为较强冷平流, 600 hPa 以上为冷、暖平流相间; 高空冷、暖平流的这种分布^[2], 有利于强对流产生与形成。

表 1 2002 年 4 月 5 日 07:00 探空参数变化

沙氏指数	抬升凝结高度/m	850 hPa 饱和比湿/(g·kg ⁻¹)	700 ~ 850 hPa θ_{se} /°C	自由对流高度/m	平衡高度/m	对流温度/°C	环境温度/°C
-1.3	1270	15	-178	3350	9000	27	21

3 多普勒速度场和强度场变化

3.1 飊线 1 速度场和强度场变化

图 1 是 2002 年 4 月 5 日飊线 1 的多普勒速度 (m/s) 场与强度 (dBz) 场。飊线 1 的整体移向为由

西向东, 最大移速 150 km/h。由图 1 看出, 飊线 1 形成于湖北通城(幕阜山) 附近, 11:00 飊线 1 仅仅是一条强度 30 dBz、顶高 7 km、水平尺度 400 km² 的弱雷暴短带, 强回波中心尺度较小, 移速大于 120 km/h, 最大 150 km/h。12:57 飊线 1 已发展成为一

作者简介: 杨梅, 女, 1952 年生, 高级工程师, 长期从事天气雷达观测分析与短时天气预测工作

收稿日期: 2003 年 4 月 3 日; 定稿日期: 2003 年 11 月 6 日

条长 250 km、宽 25 ~ 40 km、SW—NE 走向的雷暴带,带中出现了 3 个强度为 50 ~ 60 dBz、水平尺度为数公里至 10 多公里的强雷暴单体(图 1a),最大顶高 14 km;径向风场是一条与雷暴带相吻合的风速辐合带(图 1b),强雷暴中心对应径向风场中

风速辐合贯穿整个飑线天气过程,在同一趋近或远离的风场中有被较强风速包围的相对弱风速区;由于 SW 风太强,飑线 1 顺九岭山朝东北移,使位于飑线 1 前部修水、武宁在 12:45、13:09 出现雷雨大风。

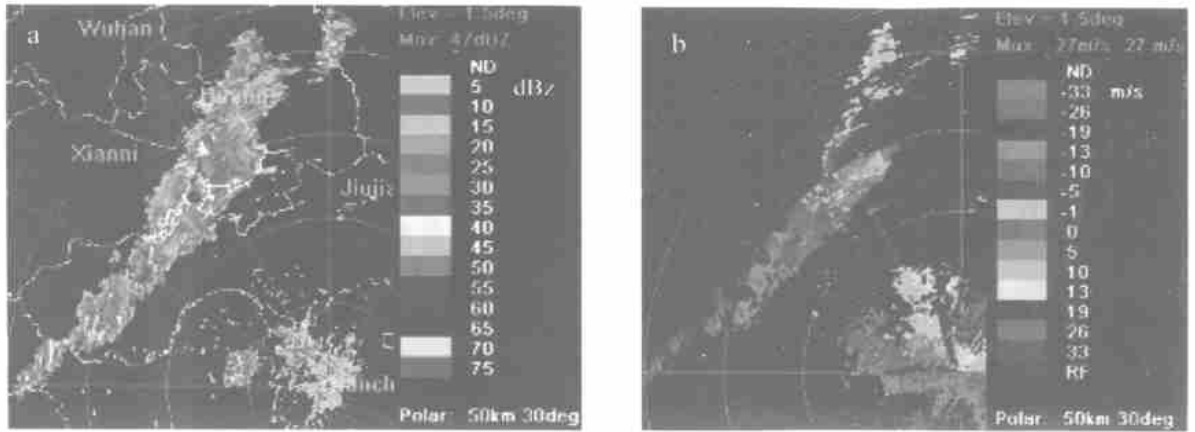


图 1 2002 年 4 月 5 日飑线 1 多普勒强度场与速度场
(a)12:57 强度(dBz),(b)12:57 速度(m/s)(距离圈:50 km)

受长江阻拦,飑线 1 内先到达长江边的强单体减弱并转向偏东移动,对应径向风场上原有一被正速度区包围的逆风区明显减弱。因受长江阻拦掉头的强雷暴单体,于 13:53、14:28、14:39 造成瑞昌、九江市、星子出现 18 m/s 以上的偏北和 SW 雷雨大风。15:02 由于 SW 风强盛,飑线 1 中强单体南移后继续沿长江南岸移动,发展为一条长 50 km、宽几公里的雷暴带。15:09 雷暴带造成彭泽出现 24 m/s 的 SW 雷雨大风。而后,飑线 1 主体在往 NE 移动

过程中缓慢南移,对应径向风场始终是一条风速辐合带;15:30 后雷暴带明显减弱并消失。

3.2 飑线 2 径向风场和强度场变化

图 2 是 2002 年 4 月 5 日飑线 2 多普勒速度(m/s)场与强度(dBz)场变化。飑线 2 的整体移向为由西向东,最大移速 96 km/h。由图 2 看出,14:00 飑线 2 在飑线 1 位置生成后,初始回波仅为长几十公里、宽约 10 km、强度只有 30 dBz 的一条雷暴短带,但东移速度明显加快;飑线 2 径向风场 SW 段(连云

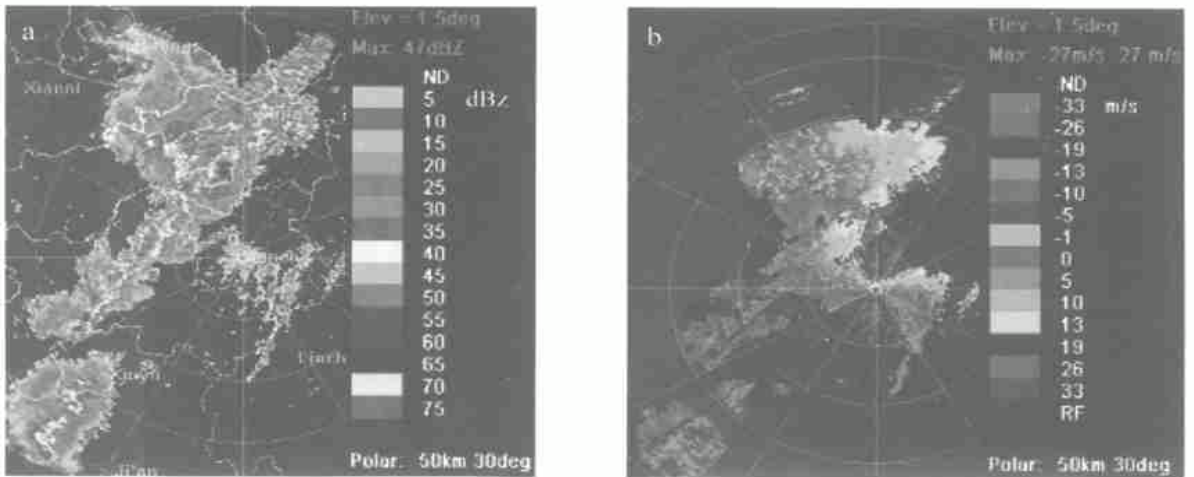


图 2 2002 年 4 月 5 日飑线 2 多普勒强度场与速度场
(a)16:40 强度(dBz),(b)16:40 速度(m/s)(距离圈:50 km)

山主峰附近)出现了速度模糊,最大风速达 41 m/s。对应强度场上,出现了一个 65 dBz 强雷暴单体,以 50~90 km/h 速度偏东移动。由于低槽逼近,辐合气流加强,飑线 2 的前沿不断产生和形成对流短带。15:32 飑线 2 与其前沿对流短带合并形成一条长 250 km、宽 20~70 km、强度 60 dBz、水平尺度 70 km×10 km 的对流扰动雷暴带;对应于径向风场为一条相应水平尺度的风速辐合带,带前沿风速达 31 m/s,带中风速仅为 5 m/s。15:38 飑线 2 整体越过九岭山快速往东南方向移动。16:00 飑线 2 西南段前沿风速梯度很大,风速超过 40 m/s;武功山区也相继出现了超过 41 m/s 强风,并与飑线 2 南压强风区相遇,使分宜、莲花在 16:00、16:02 出现了 49 m/s、42 m/s 强风灾害性。16:40 随着飑线 2 东移到达南昌,并最终与低空 SW 急流合并形成一条 250 km 长、约 10 km 宽的风速辐合区(图 2b)。对应强度场(图 2a)为一条 200 km 长的密集雷暴带,造成峡江、新余、上高、莲塘、安义、永修、都昌等 13 个站(次)出现了雷雨大风和强降水天气;这是当天强对流天气发展的集中期。16:48 雷暴带解体减弱。

3.3 径向风场上 SW 低空急流变化

SW 低空急流,一般发生在 1000~3000 m 高度上的风场结构,它往往先于强对流天气的出现^[3]。2002 年 4 月 5 日就明显存在强 SW 低空急流。当天多普勒天气雷达回波演变实况为 05:11 在 190°~270° 50~125 km 区域(对应高度 1.5~3.0 km)入流 SW 风速超过 26 m/s,其中 240°、125 km(对应高度 3 km)区域出现了速度模糊,退速度模糊后实际风速达到 37 m/s,在对称于 90°~360°、50~100 km

区域(对应高度 1~2 km)出流风速大于 26 m/s,在 15°~60°、50~100 km 区域出现速度模糊,实际风速为 31 m/s。16:00 东移的飑线与 SW 急流合并后,在 300°~344°、60~65 km 区域出现了 NW 风与偏 W 风的风向切变。沿切变线往西南有一条长达 250 km 风速辐合线,对应强度场出现了一条 200 km、强度超过 50 dBz 雷暴密集带,并使沿线地区出现了当天最厉害最集中的雷雨大风灾害性天气。此外,强风区一般出现在九岭山与武功山间的平原地带,与气流翻越九岭山后进入平原地带动力下冲作用有关,因为两山间西南通道对风速有加强作用。

4 结论

(1) 强对流天气发生发展与天气形势有密切关系。多普勒天气雷达可随时对强对流天气强度、移动、发展趋势等跟踪观测。二者结合可提高强对流天气灾害的预警与预报准确率。

(2) 多普勒天气雷达径向风场(多普勒速度场与强度场)是分析强对流天气发生发展内部环流(辐散、辐合)结构的重要参量;低空急流的出现可作为强对流天气(暴雨、飑线)发生发展的预警信号;地形影响始终是强对流天气发生发展的触发因素之一;江西九岭山与武功山交界处是强风灾害重要源地。

参考文献

- 1 张培昌,杜秉玉,戴铁丕.雷达气象学.北京:气象出版社,2000
- 2 汤达章.多普勒天气雷达资料分析与应用.北京:解放军出版社,2001
- 3 李建辉.气象卫星雷达数字化图象的分析应用.北京:气象出版社,1993

Analysis of Squall Lines Using CINRAD WSR-98D Doppler Radar

Yang Mei¹ Yin Xiaofei¹ Huang Zuhui¹ Li Yufang¹ Li Yulin²

(1 Jiangxi Meteorological Office, 2 Jiangxi Weather Modification Office, Nanchang 330046)

Abstract: Based on the velocity and intensity field data from CINRAD WSR-98D weather radar, an analysis was made of the squall lines on 5 April 2002 in conjunction with the radiosonde data and 500 hPa and surface weather data at the same day. Results indicate that there were obvious characteristics in the surface and upper-level weather patterns and in stratification stability, as well as in Doppler radar echoes during the formation and development periods of the squall lines.

Key words: Doppler weather radar, squall line, strong convective weather