

利用 CINRAD WSR-98D 观测 冬季暴雨的个例分析

李玉林

(江西省人工影响天气办公室,南昌 330046)

杨 梅 李玉芳 俞 炳 支树林 黄少平

(江西省气象台)

提 要

利用江西省新安装的 CINRAD WSR-98D 多普勒天气雷达,对发生在 2001 年 11 月 2 日的江南冬季大暴雨的多普勒天气雷达观测结果,结合暴雨前一天(11 月 1 日)的 500hPa、850hPa 天气图、卫星云图等资料,对产生这场冬季暴雨的天气条件、部分速度场和强度场等进行了初步分析。结果表明,根据零速度线走向可以判断和分析暴雨降水过程的冷、暖平流结构和其间的冷锋位置;也可以根据风场的速度值大小,判断暴雨区的进、退,为暴雨预测提供有用的依据。

关键词: 多普勒天气雷达 冬季暴雨 速度场和强度场

前 言

受高空低槽和 中层暖切变影响,2001 年 11 月 1 日 20 时~11 月 2 日 20 时在江西的中、北部有 31 个站出现了大~暴雨,其中有 24 个站出现了暴雨,7 个站出现了大暴雨(图略)。根据统计,从 1959~1980 年 11 月只出现过两次大暴雨过程,平均每年只有 0.1 个大暴雨日。由此可见,这次暴雨过程的不同寻常。本文分析了暴雨前一天(11 月 1 日)500hPa、850hPa 天气图及产生暴雨当天卫星云图,尤其是在这场暴雨来临之前,正值江西省多普勒天气雷达刚刚投入试运行之际,有机会观测收集到了此次暴雨过程的部分速度场和强度场资料及其导出产品,给分析这场冬季暴雨提供了有力的科学依据。

1 天气形势分析

暴雨,特别是大暴雨的产生,与大尺度天气背景息息相关。这次发生在冬季的暴雨也不例外。表现在天气形势上有以下特点:

(1)副高位置偏北

副高位置较往年偏北。根据统计结果,

西太平洋高压从每年 9 月起就开始南退,11 月到整个冬季,副高脊线一般位于 15°N 附近;而这次暴雨过程的前期(10 月 25 日前后),副高脊线曾北抬到 22°N ;暴雨的前一天,588 线更是北抬到昆明、桂林、赣州、福州沿线,为大暴雨过程的发生发展提供了充沛的水汽条件。从 500hPa 图上可明显看到,在副高北抬同时,贝加尔湖到高原中部有低槽东移,槽底偏南配合地面有弱冷空气。

(2)中低层切变位置

2001 年 11 月 1 日 8 时 700hPa 和 850hPa 天气图上同样可以看到,10 月 31 日 20 时位于浙赣线的冷式切变逐渐演变成暖式切变,低空可见西南急流。

2 多普勒速度场与强度场的变化

从对 2001 年 10 月 31 日 11 时~11 月 3 日 13 时的多普勒雷达回波速度场和强度场的演变过程看出,11 月 1~2 日的大暴雨过程在回波演变上有典型特征。暴雨之前,在速度场上可看到有一明显的弱冷锋;由于暖湿气流太强,弱冷锋长时间未曾南下,而产生

暴雨的主要因素是锋前暖平流所至。随着弱冷空气的南下,暖平流遭到破坏导致降雨带的迅速南移。南移过程中,降雨带又受到了东南部山脉的影响而一度加强,随着弱冷锋逐渐南移,雨带最终南移减弱,直至11月4日西面又有一低槽西移,导致了另一场暴雨。与速度场对应的强度场上,回波呈大面积的混合型降水,范围最大时雨带长度达700km;宽度达400km,最大强度达67dBz,顶高达8km。从强度场的外型分布来看,降水具有静止锋和切变线特征。

2.1 速度场变化

零速度线是预报分析人员识别径向风向的有利工具^[1,2]。从10月31日11:39的速度图看到:测站偏北一点零速度线呈西北~东南走向,长约140km、宽约40km,零速度线左侧为负速度区,右侧为正速度区。这表明有西南风朝测站移来,风向约200°(图1a)。测站西北面约70km处的零速度线出现明显转折,由西北~东南向转为西南~东北向,负速度区在零速度线左侧,风向约250°。这种零速度线配置表明,在折角处有冷锋存在,但从冷锋两侧的风速数值看冷锋较弱,其折角零速度线左侧移向雷达的速度仅 $5\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,右侧正速度值也仅 $5\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。

由图1a还可看到,测站附近10km内(离地高度约100m左右),有微弱东北风,这表明近地层风向与中上层的风向开始有所不同。从此次暴雨过程发展看,这种低层偏东风、中高层逐渐转为南风~西风的反气旋环流形势,是暴雨过程的典型特征,也是暴雨维持的一种环流形势。图1b是11月1日23:23,仰角为1.5°、150km(下同)范围内径向速度场。在100km范围内,零速度线穿过测站并向南北伸展,成一“S”分布,表示当时为典型的暖平流。在“S”型零速度带的东西两侧,西部为正速度区,东部为负速度区;在正、负速度区外缘两侧(100km以外),又可见另一正、负速度区,分别以零速度带所隔开。这种速度场的配置表明,上、下层风向随高度分布呈辐合态势,低层0.1km高度处为40°风,到0.3km转为107°,到2km高度处为260°风,到4km处为270°风,是一种典型暖平流环流。此暖平流环流一直持续到13:21才基本消失,地面转为北风(图1a~h)。随着偏西气流加强,从11月2日00:05(图略)开始,暖平流环流有所减弱。测站西北负速度区数值增强,而西半部正速度区有所减小。11月2日01:05后,西半部负速度区继续加强,正速度区减小(图1c)。到11月2日07:

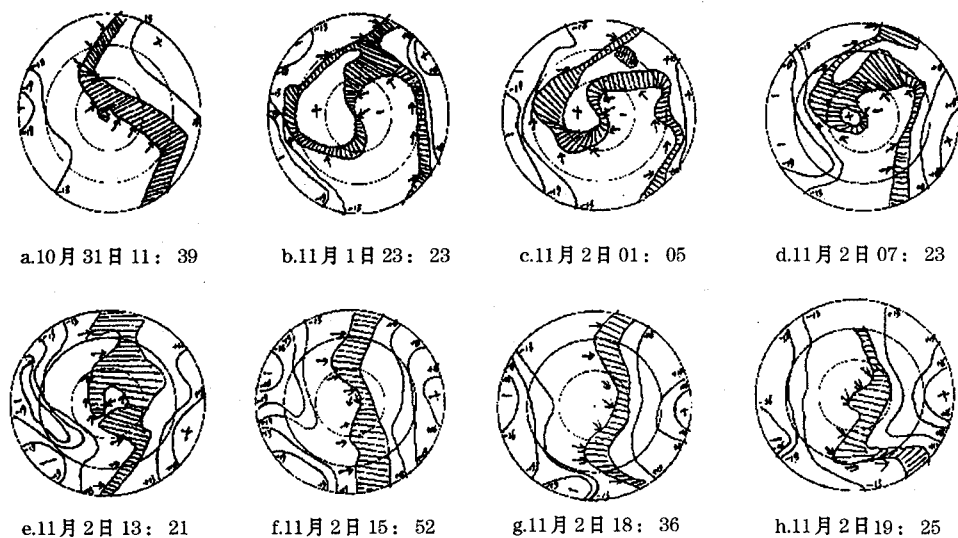


图1 2001年10月31日11:39~11月2日19:25径向风场演变示意图
距离圈:50km,仰角:1.5°,南昌

23 负速度明显东扩,西半部正速度区仅剩不到 20km 范围(图 1d);从 10:56~13:21 西半部正速度区越来越小,到了 13:21 暖平流环流几乎不存在,零速度线基本成一直线,地面转为北风(图 1e)。14:51 除地面外 4km 高度内风向均为 255°,15:52 风向在 0.3km 处为 270°,到 2km 处转为 255°,到 4km 处又转为 260°(图 1f)。这些变化表明,自下而上有冷平流环流,此冷平流环流一直持续到 21:59 以后,直到 11 月 3 日从低层到高层又转为暖平流,11 月 4 日又出现了另一场暴雨(图略)。值得注意的是冷平流的到来,意味着冷空气南下。从 18:36(图 1g)看到,2km 以内零速度线呈气旋性弯曲,风向为偏西和偏北风,到测站南部 100km 处,零速度线出现明显转折,由南北向转为东西向。根据分析,在折角处为冷锋所在地,锋前为 250°,锋后为北和偏西风。从 19:25(图 1h)、20:35、21:23(图略)、21:59(图略)的变化均可看到这条冷锋。

2.2 强度场变化

从暴雨回波速度场的分析,了解到此次暴雨过程与冷空气侵入及锋前暖湿环流密切相关。根据雷达观测结果与分析可知,如果负速度区比正速度区大或负速度值比正速度值大,则表明气流辐合,雨区增强稳定维持;反之,则表明气流辐散,降雨区雨强减弱。对应于同期的强度场分析可以看出,从 11 月 1 日 23:23~2 日 13:21 30dBz 以上的降雨带主体一直处于赣北,其中 11 月 2 日 08 时以前的强中心较为散乱,但是强中心的强度均在 55dBz 以上,表明在此期间辐合还是比较强的(图略)。

从暴雨区全貌图(图略)可见,暴雨区雨带长约 700km,宽约 450km。11 月 2 日 10:56 以后,随着速度场上负速度值增强且范围增大。测站的西南 80~150km 有密集的 $19\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 负速度区,其间还可看到局部有 $26\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 负速度区。对应此时的强度场可见,30dBz 以上强中心迅速从散乱集结成一条东西向的强降雨带并北抬。强中心强度 55dBz(图略)。12:21 随着 $19\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 负速度

区的进一步北抬,雨带增强,强度达 65dBz,而且更加紧密。到 13:21 除西南西外,西北方向也出现 $19\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 的负速度区,表明西北面有冷空气下来。此时,强度场回波东西向距离缩短,强回波区也向中心汇聚,雨带逐渐成团状,强中心强度 49dBz。从 11 月 1 日 23:23~11 月 2 日 13:21 这段时间内雨带在赣北维持时间长达 14 个小时,造成赣北、赣东大范围暴雨,其中上饶、横峰、弋阳、铅山等地均达 100mm 以上大暴雨。14:51 以后,负速度区范围减小,而正速度区范围和数值明显增大。这种速度场变化反映在强度场上即是雨带的迅速南移。15:52 雨带主体从赣北移到赣中,雨带出现断裂。18:36 速度场上冷锋位于贵溪、金溪、宜黄、吉水一带。锋后西北风,锋前西南风。从 15:52~21:23 强降雨带一直处于锋前西南气流中。由于武夷山脉的阻挡,锋前的强回波达到 67dBz,并在当地维持约 4 个小时,造成当地暴雨。随后雨区南压,整个暴雨天气过程结束。

3 结 语

根据对暴雨过程的分析可以看到:2001 年 11 月 1 日~11 月 2 日的这场冬季暴雨过程,在天气形势和雷达速度场上都有提前的反映,如副高加强、地面有弱冷锋、高空有低槽,多普勒天气雷达的径向风场上有“逆风区”等。其次,多普勒天气雷达速度场显示的冷、暖平流也为我们分析暴雨带来便利。速度场中负速度的加强表明雨带的加强;而正速度的加强则表明雨区的减弱或离去;另外,风廓线图的应用,也是判断暴雨维持与否的重要指标;若从低层到高层 SW 风数值不断增大且连续,则暴雨维持,若 SW 风数值减小且呈不连续状,则表明降水过程即将结束。所有这些都为更准确、更细致的雨量预报提供帮助。

参考文献

- 1 汤达章等.多普勒天气雷达资料分析与应用.北京:解放军出版社,2001.
- 2 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.

A Case Analysis of Winter Heavy Rain with CINRAD WSR-98D Doppler Weather Radar

Li Yulin

(Jiangxi Weather Modification Office, Nanchang 330046)

Yang Mei Li Yufang Yu Bing Zhi Shulin Huang Shaopin

(Jiangxi Meteorological Observatory)

Abstract

Based on the observations by a CINRAD WSR-98D Doppler weather radar, and synoptic charts at 500hPa and 850hPa, satellite image, etc., a case of heavy rain on November 2, 2001 is analyzed. The results show that the cold/warm advection and the position of a cold front causing heavy rainfall can be determined and analyzed according to the run of zero velocity line, the movement of the heavy rainfall area can be determined according to wind fields.

Key Words: Doppler weather radar winter heavy rain velocity and intensity fields