

# 北京地区一次降水过程的多普勒雷达资料分析

康玉霞 王 令 李志楠

(北京市气象台,北京 100089)

## 提 要

通过对一次稳定性降水过程的多普勒雷达资料的强度场、速度场及 VAD 产品的分析,得出对降水过程不同阶段临近预报有指导意义的结论。

**关键词:** 多普勒雷达资料 降水 临近预报

## 引 言

中华人民共和国建国五十周年大庆庆典的前一天,北京地区出现了一次降雨过程。这次过程从 1999 年 9 月 30 日下午开始,一直持续到 10 月 1 日凌晨。庆典活动能否顺利举行与北京的天气状况密切相关,因此对这次降水过程的预报责任和意义都十分重大。

此次过程从降雨开始到结束持续了 12 小时,雨量分布比较均匀,过程雨量如图 1 所示。北京市气象台的多普勒雷达从 30 日 13:50 出现回波到回波移出北京地区进行了连续跟踪监测。每隔 15 分钟获取一套多普勒雷达资料,为短时预报提供了重要依据,圆

满完成了这次为庆典服务的任务。

## 1 形势背景

1999 年 9 月 30 日 08 时,500hPa 天气图上 40°N 附近有西风急流,在贝加尔湖有低槽南下,高原东侧有西来槽东移;700hPa 为东高西低的形势,副高在江淮流域加强,从高原到河套有西南暖湿气流伸向华北,在河套西部有一个西风槽;850hPa 高压已东撤到渤海海面,从河套到山西高原有偏南气流发展。这种中低层暖湿的形势有利于这次降水过程的形成,到 10 月 1 日 08 时,中低层 700hPa、850hPa,北京转处于低压槽后部的西北气流中,暖湿气流被切断,降水过程结束。

## 2 多普勒雷达回波资料分析

根据 9 月 30 日 13:50~10 月 1 日 03:00 多普勒雷达探测得到的反射率因子 PPI(Z) 和 RHI(Z) 图及经向速度场 PPI(V) 图的演变情况,并结合降水实况进行的综合分析,可将本次过程分为三个阶段。

### 2.1 降水的初始阶段

从雷达 PPI(Z) 图上可见到,自 13:50 开始北京西南方向(210°~270°)有层状云降水回波(图略),回波前沿距测站 50km,在对应的 PPI(V) 图上(图略),测站周围 20km 范围内(近地面)为东南风,而 40km 距离(约 1000m 高度)以外的回波区域为西南风,最大风速  $21\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ; 17 分钟后在 PPI(Z) 图上(图略),回波前沿已移到 40km 处,范围扩大,在

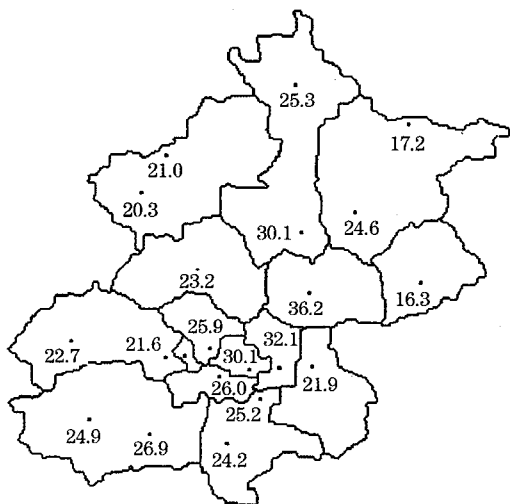


图 1 1999 年 9 月 30 日过程总雨量图

西南急流引导下,按照推算的移向移速可分析未来一小时左右回波可到达本测站,产生降水天气。在 PPI(Z)图上,15:03 回波前沿已移到测站上空,随着回波向东北移动,范围的不不断延伸,15:50,30dBz 以上的回波移过本站并在东北方形形成了一片与移动方向垂直的 NW-SE 向的回波区。16:05 时,在 PPI(V)上探测区内形成了一个近“S”型的“0”速线<sup>[1]</sup>,如图 2a,图 2b、c 是反演的同一时刻垂

直廓线和风矢图,图中的风向是随着高度顺时针旋转,风速随着高度逐渐加大,它表明中低空有较深厚的暖湿气流。从 13:50 到 16:05 的 PPI(V)演变情况分析,西南气流是随时间不断加深的。根据以往的分析可知:回波带的走向与低层盛行风向相垂直,这时向回波带输送的水汽最大<sup>[2]</sup>。由此可以预报未来短小时内,北京地区的降水将会逐渐加强。

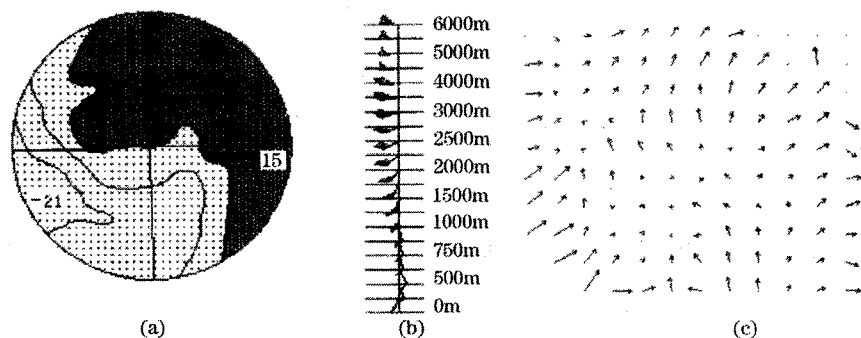


图 2 a:PPI(V) 16:05 仰角 2.5°半径 120km (“-”朝向雷达,“+”离开雷达,“-”、“+”区交界处的黑实线为“0”速线,下同) b:风随高度变化 c:二维风矢图(箭头表示风向和大小,下同)

## 2.2 降水的持续阶段

北京城区的降水从 16 时开始持续到 24 时,其中 19~23 时降水较为集中。

从 PPI(Z)图(图 3)可以看出:从 16:05 开始回波基本布满北京地区,而西南方不断有回波向东北移动,这时 RHI(Z)的特征是出现明显的 0℃层亮带(图略)。到 18:16, PPI(Z)上也出现了大片的层状云降水回波,0℃层亮带在 2.5°仰角的 PPI(Z)上表现为 40km 距离圈上圆环型强回波环(图 3),它表明这次降水过程是一次稳定性降水过程。18:00~21:30, PPI(Z)图上显示,降水回波始终布满半径为 120km 的探测区域,顶高维持在 5km 左右。

PPI(V)上:从 16:05 建立起“S”型“0”径向风速线,这个“S”型一直持续到 20:05,说明有比较深厚的暖平流。19:17 在测站南部“-”速度区内形成了一个“+”速度“逆风区”<sup>[3]</sup>(图 4a),这个“逆风区”是与低层的从东北南下扩散的冷空气相对应,它的存在与

周围径向风场形成了一个一侧为辐合区,另一侧为辐散区的局部风场,如图 4b 给出的二维风矢图中的实连线范围。对应于强度场其表现为 18:05~21:35 在测站周围存在一片较强回波区,强度维持在 35~45dBz,仅次于 0℃层亮带的强度,使城区降水比周边地区大,并较为集中。

## 2.3 降水的结束阶段

降水过程结束阶段的前兆可以上溯到 20:19。从 20:19 的 2.5°仰角的多普勒速度图 PPI(V)上显示出“0”速度线近似直角的折角。到 21:19,在 1.5°仰角的 PPI(V)图(图 5a),上也明显见到一个“0”速度线的直角折角。在这张图上,测站的西南方向和西北方向各有一个“-”速度的极大值区,在测站的东北方向有一个“+”的速度极大值区。这种多普勒风场结构非常接近标准冷锋的多普勒风场结构<sup>[1]</sup>,图 5b 二维风场中的实连线给出了冷锋的位置。随着冷锋系统的南下,北京地区的降水过程逐渐东移减弱。

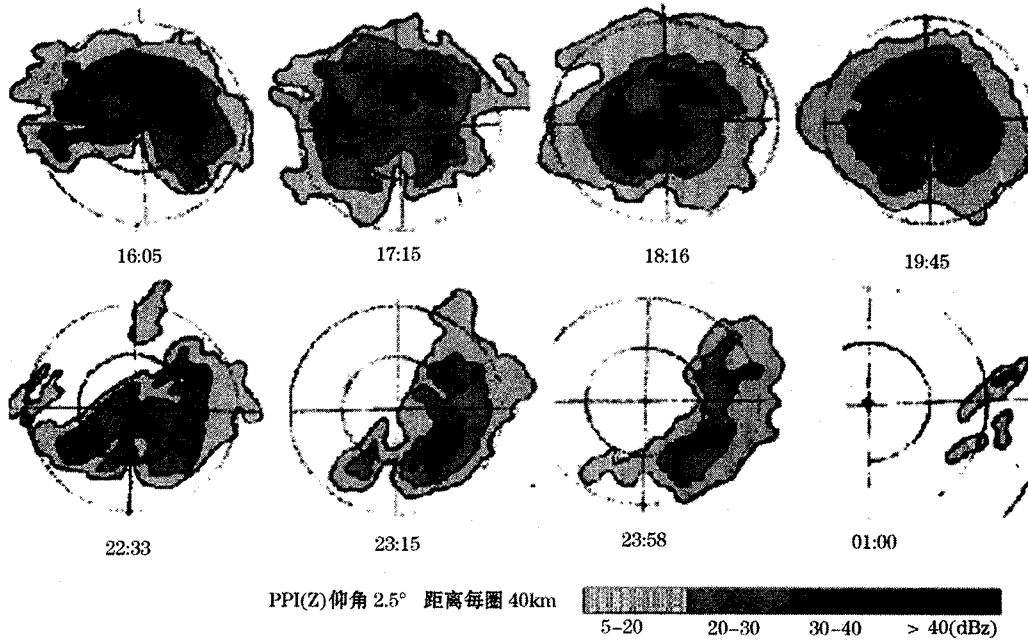


图3 回波强度演变图

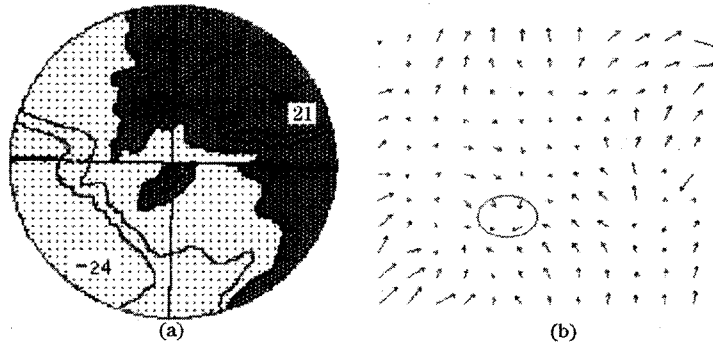


图4 a:PPI(V) 19:17 仰角 1.5° 半径 120km b:二维风矢图

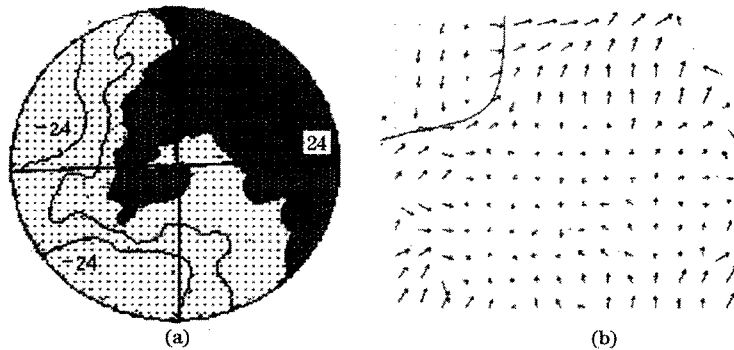


图5 a:PPI(V) 21:19 仰角 1.5° 半径 120km b:二维风矢图

从降水初期到 21:00 前,回波 PPI(Z)均维持 NW-SE 向的排列。到 22:04 时,测站

西北方向 80km 处出现回波的西北边沿,回波排列由 NW-SE 方向转为 NE-SW 方向,降

水回波逐渐向东南方向移动。到10月1日00:00回波主体移出北京市区,降水强度也明显减弱,凌晨以后基本为无量降水。

### 3 多普勒风场分析

通过上述对9月30日降水过程各阶段的多普勒雷达资料的分析,得知:多普勒风场的变化一般先于强度场的变化,因此,对多普勒速度场的分析尤其重要。

图6是根据VAD技术制作的风廓线图。对照图2回波强度演变图,由两组图看到:在16:05从地面到600m风随高度顺转为深厚的暖平流,此时降水强度不大,17:15近地面由东南风转为东北风出现了冷平流,而600m以上仍为西南风(风随高度顺转)。由于这种冷暖空气的相互作用,可预示未来回波强度增强,雨强将加大。这种垂直风场一直维持到22:33。这中间的降水实况是:16:00城区开始降水,到19:00平均3小时

雨量为2mm。最大降水时段在19:00~21:00,个别雨量站一小时雨量达8.4mm,平均3小时雨量达5mm以上。22:33在廓线图上可见:4000~6000m高度出现冷平流,23:58在1750~6000m的中低空系统由偏西南风转为偏北风,表明中低层有低槽移过本市上空。它切断西南暖湿气流,说明城区不会有明显的降水天气了。降水实况为从22:00开始减弱,雨量最大为3.2mm,一般在1mm以下。到00:00以后北京大部分地区雨停,其余地区为无量降水。

### 4 结论

通过对这次过程的多普勒雷达资料分析,可以看出以下几点特征:

(1)在降水发生之前,多普勒风场近地面为东南风,上层为西南风,可以判断中低层有暖湿气流伸向本市上空,近地面有弱的冷空气扰动,这种辐合风场的结构有利于降水发生发展。

(2)本次过程中出现了“逆风区”,它使降水持续并增强。

(3)当PPI(V)图上出现有“0”径向速度线直角折角,在VAD高层有冷平流时,预示降水过程即将结束。

(4)速度场的变化先于强度场的变化。

### 参考文献

- 1 中国气象科学研究院.多普勒风速图分析指南.多普勒雷达培训班学习材料.1999:12~15.
- 2 俞莲芬,苏德斌.1996年5月26日局地暴雨的多普勒风场资料分析.北京气象,1996,4:5~10.
- 3 张沛源,陈荣林.多普勒速度图上的暴雨判据研究.应用气象学报,1996,6(3):373~377.

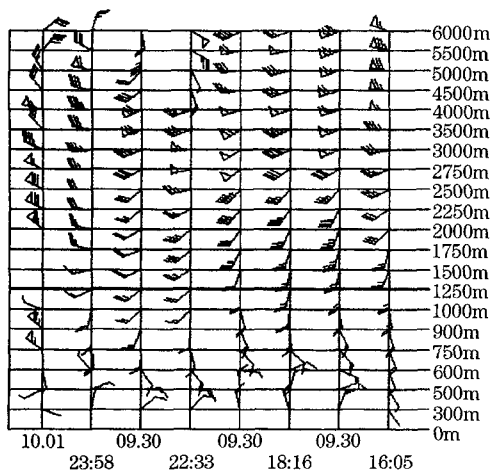


图6 风向风速时间—垂直变化

## Doppler Radar Data Analysis of a Stable Rain Process in Beijing

Kang Yuxia Wang Ling Li Zhanan

(Beijing Meteorological Observatory, 100089)

### Abstract

By using the Doppler radar data including its intensity, velocity and VAD products, a stable rainfall process is analysed. The results provide guidance for nowcasting of the rainfall process in the different stages.

**Key Words:** doppler radar data rainfall nowcasting