

多普勒速度图暴雨判据和短时预报工具研究^①

蔡晓云 焦热光 卞素芬 郭 虎

(北京市气象台, 100089)

提 要

对 3824-C 波段全相参多普勒天气雷达 1995~1999 年径向速度场资料中逆风区进行统计分析,认为近距离逆风区可成为暴雨短时预报的一个有参考价值的判据。并给出人机交互识别逆风区工具的设计和实现方法。

关键词: 逆风区 暴雨 识别工具 多普勒天气雷达

引 言

随着多普勒天气雷达探测技术的发展和观测密度不断增加,信息量逐渐加大,如何把不同时空雷达速度图风场资料进行处理,从中识别灾害性天气,提高预报准确率是近年的研究方向。在对逆风区水平结构、垂直结构、生命史、降水概率、提前量等要素进行统计分析后,用专家知识建立逆风区人机交互识别系统。达到预测暴雨路径、落区,提高预警能力的目的。

1 逆风区概念

近几年我们使用多普勒天气雷达采集暴雨信息时,常常遇到低仰角径向速度图上同一方向速度区中出现相反方向速度区的情况,即正速度区内包围负速度区或负速度区内包围正速度区,这一现象国内有关专家称其为逆风区^[1]。它是速度图上一种特殊的区域。还有的专家认为逆风区是一种速度模糊现象,对这种图形进行退模糊处理则会消失。实际观测中发现,逆风区的出现与模糊图形有着本质的区别,它的出现及其在移动路径上预示着将要出现大—暴雨或正在降雨,可

以作为短时暴雨预报判据之一。

1.1 逆风区定义

我们对 1995~1999 年多普勒天气雷达径向速度图进行了普查,对早期没有处理过的模糊图象做了退模糊处理,按照以下逆风区定义筛选个例样本。

逆风区的定义为:

(1)在低仰角(1.5°、2.5°)PPI 径向速度图上,凡在同一方向的速度区中出现另一种方向的速度区为逆风区,但风区不能跨越测站原点。

(2)无论是正区包围负区,还是负区包围正区,正负区之间要有零线分割,这块被包围的速度区称为逆风区(见封二图 1a)。

逆风区成熟时区中颜色应由浅到深、风速从小到大按色彩层次逐渐过渡,这点与速度模糊有本质的区别。速度模糊现象是径向速度由正(负)最大值突变为负(正)最大值(见封二图 1b)。从图 1c(见封二)退模糊后的图中并没有发现正区包围负区,负区包围正区的现象。

2 逆风区的水平结构特征

^① 本项目得到华北区域中心基金支持。

统计中发现:无论是混合性降水还是对流性降水过程中的逆风区都有一个生成、发展、衰退、消亡的过程。逆风区生成是从一种速度区分离、转换成相反速度区的过程(见封二图 2a、b),它的消亡是从一种速度区合并、转换成相反速度区的过程。无论是从正区转换成负区还是从负区转换成正区,都有一个由小范围逐渐发展、变大的演变过程。逆风区即将结束时,常走出原有的状态,其中一部分与相同速度连接,在 PPI 速度图上形成螺旋、逗点等不规则图像(见封二图 2c)。

逆风区与暴雨有较好的相关关系,从 1998 年 7 月 23 日速度图和滞后降雨强度和落区可以看出,逆风区有一定的提前量。逆风区从 20:17 出现 22:47 衰退,降水从 23:48 开始到次日 00:59~02:01 达到最强,滞后 1~2 小时(图略)。

3 逆风区的垂直结构特征

同样我们可以对逆风区作垂直高度剖面图(见封二图 3)。

图 3a 为 1999 年 8 月 23 日 RHI 速度图,从垂直剖面图可看出 3km 以下存在水平风向垂直切变,逆风区厚度达 3km,它是由 $250^{\circ}\sim 270^{\circ}$ 之间 3km 以下气流抬升造成的。从相应 PPI 速度图上看出逆风区是在方位 $250\sim 270^{\circ}$ 处距测站 50~70km 之间形成(见封二图 3b 图)。

逆风区现象反映了局部整层抬升或强对流内的上升气流引起的水平动量交换过程,这种动量交换影响了水平辐散辐合的强弱分布,造成了中尺度垂直环流的形成^[2]。

4 个例统计结果

利用 1995~1999 年实际观测资料反查,共 55 个逆风区个例。出现在对流性降水中的逆风区 26 个,混合性降水中的逆风区 26 个,包括先稳定性后转为混合性降水,同一天中先出现对流性降水逆风区又演变成混合性降水逆风区的有 3 个。所查个例中正速度包围

负速度逆风区的有 10 个;负速度包围正速度逆风区的有 26 个;同一过程中既有正速度包围负速度逆风区又有负速度包围正速度逆风区的有 19 个。逆风区生命史最长的可达 10 小时,短的半小时。逆风区的面积最大的可达 1200km^2 ,最小的仅 5km^2 。逆风区中的多普勒速度最大为 $15\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,最小 $1\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。在 55 个逆风区个例中,单站日降水量 $R>200\text{mm}$ 有 3 次; $R>100\text{mm}$ 4 次; $R>50\text{mm}$ 11 次; $R>20\text{mm}$ 16 次;其余为 $R<20\text{mm}$ 降水和出现冰雹雷雨大风天气共 11 次。逆风区云体垂直高度最高达 11km,平均 9km。逆风区形状多数呈椭圆、圆形和不规则形状。近距离逆风区容易引起较强降水,概率达 90%。可作为发布短时暴雨预报判据加以关注。用 2000 年实测资料对暴雨预报进行检验,大雨以上预报概率达 70%,其中暴雨概率达 40%,小一中雨概率达 30%。逆风区的出现反映了大气流场中的一种不均匀性,当云移动速度小于高层风大于低层风时,云体运动的下风方是低层辐合,高层辐散,形成上升气流,相反在云体运动的后方是低层辐散,高层辐合,形成下沉气流,使整个对流系统不断维持发展,导致降水量不断增加^[3]。

5 逆风区人机交互识别系统总体结构设计

5.1 系统结构框图

系统结构框图见图 4。

5.2 人机交互识别逆风区软件功能

根据对逆风区分析结果,在高分辨率彩显计算机上,采用 B-S 方式建立逆风区业务应用系统。客户端用 VB 编程,分为逆风区介绍和逆风区应用两个模块。服务器端用 APACHE 服务器程序,将实时雷达图像(强度、速度、谱宽、垂直高度、水平风场、风廓线)和卫星云图(可见光、红外、水汽)在 MICAPS 工作平台显示,系统可从径向速度场中挑选逆风区,预报员可根据大量的信息

进行集成决策和制作天气预报。

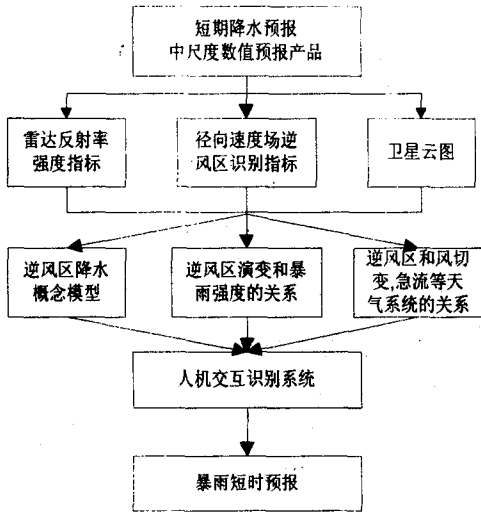


图 4 总体结构设计流程图

人机对话的选择菜单用 Web 服务器-浏览器方式设计,区别于传统的编程方式,支持多媒体信息,显示效果好,通过超级链接用户可方便地切换要显示的内容。将程序放在服务器中,客户端的维护得到最大的简化。通过合理配置系统中各机器的性能,降低了整个工具系统的总成本。

服务器采用 Windows NT Server 操作系统,可运行 Dos、Win31、Win95、NT、Posix

等程序,开发工具多,用户界面友好,运行稳定。

6 小 结

(1)逆风区与速度模糊不同,模糊通常是冷暖色调的突变,正(负)速度最大区中出现负(正)速度最大区,而逆风区则是一种速度区中出现的另一种速度区。

(2)逆风区的出现与滞后的强度演变和降水落区说明至少有 15~30 分钟提前量,最长有 1~2 个小时的提前量。可作为暴雨识别及落区临近预报的判据之一。

(3)人机交互识别逆风区工具中,有一模块专门介绍各类逆风区图形、定义、逆风区与暴雨的关系,给预报人员提供暴雨短时预报参考,节省从大量雷达资料中查找信息的时间。

致谢:此项目得到中国气象科学研究院张沛源老师的指导和帮助,特此致谢。

参考文献

- 1 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,1995,6(3):371~374.
- 2 张沛源.多普勒天气雷达在强天气短时预报中的应用.第十一届亚运会气象保障研究论文集.北京:气象出版社:68~73.
- 3 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,19:168~174.

On Heavy Rain Signature Recognition by Radar Velocity Images and A Nowcasting Utility

Cai Xiaoyun Jiao Reguang Bian Sufen Guo Hu

(Beijing Meteorological Observatory, 100089)

Abstract

3824-C full phase pulse Doppler weather radar velocity images are studied with Doppler weather radar observation during the period of 1995—1999. Adverse wind regions in Beijing area can be a heavy rain nowcasting recognition signature. The design and implement of an interactive recognition utility are given.

Key Words: adverse wind regions heavy rain recognition utility Doppler weather radar

《多普勒速度图暴雨判据和短时预报工具研究》附图

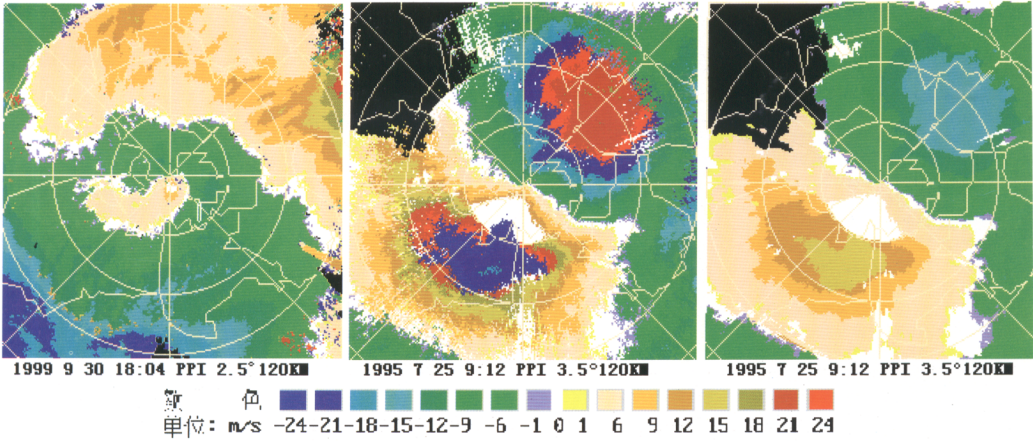


图 1 径向速度图

1999 年 9 月 30 日径向速度图(左), 负速度区包围正速度区(仰角 2.5°, 距离每圈 20km);
1995 年 7 月 25 日径向速度图, (中图, 仰角 3.5°, 距离每圈 20km);
1995 年 7 月 25 日径向速度退模糊后图(右)

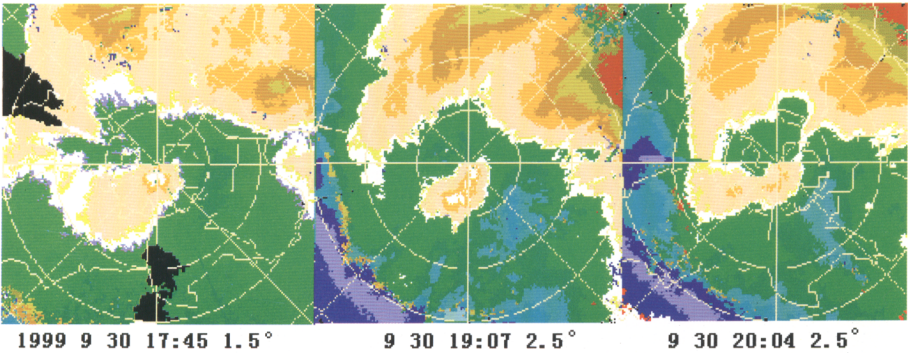


图 2 1999 年 9 月 30 日逆风区径向速度图
(距离每圈 20km, 色标同图 1)

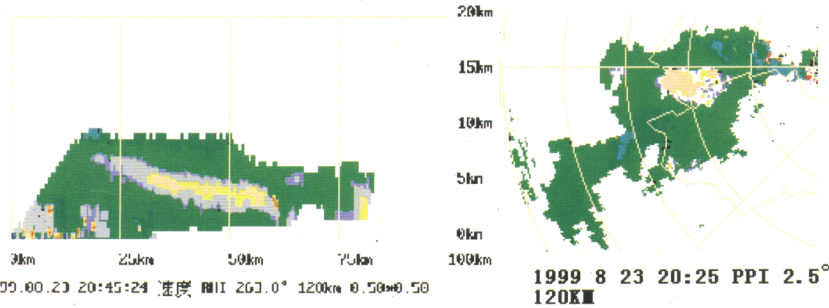


图 3 1999 年 8 月 23 日 20 时 45 分逆风区垂直剖面图(左, 方位 263°)和径向速度图(右)
(仰角 2.5°, 距离每圈 20km, 色标同图 1)