

中尺度暴雨系统与锋面等的相互关系

黄德江 袁恩国 朱吉义 廖移山

(武汉暴雨研究所)

提 要

本文在分析10多个暴雨个例的基础上,归纳出长江中游暴雨的中尺度暴雨模式。根据高空、地面物理量场找出了中尺度暴雨的具体预报判据,并于1989年6月15日—8月15日进行了预试验,取得较好效果。

我省地处长江中游,每年汛期暴雨频繁。过去主要从短期预报方面研究解决24—36小时的暴雨预报问题,对中尺度暴雨系统研究甚少。本文利用湖北省及邻近县站的地面逐时资料,包括降水、风、气温、气压、湿度等进行10多个暴雨个例研究,发现湖北省中尺度暴雨系统大致可分为中高压、中低压及中尺度辐合线。下面着重探讨中尺度暴雨系统与锋面等的相互关系。

一、中尺度暴雨系统与锋面的关系

暴雨是在有利的大尺度环境条件下^[1]产生的,对大尺度来说主要是提供水汽输送和大气中的不稳定能量,而暴雨的直接影响系统是中尺度系统。暴雨区往往发生在中低压附近和中高压与中低压之间并伴有辐合的区域。

湖北省暴雨的中尺度系统在气压场上有明显的反映。我们采用了气压场加密分析方法(每隔1hPa分析一根等压线),同时采取气压、温度、湿度距平的方法,后面的方法能消除高山站及日变化的影响。这样可直接把地面气压距平图看成气压形势图。正距平和负距平小值区为相对高压区,负距平大值区为相对低压区。我们把高压区称为中尺度高压带,低压区称为中尺度低压带^[2]。

长江中游暴雨中尺度系统与地面锋面等的相互关系。可分为三类,冷锋、静止锋和暖区。现分述如下:

1. 冷锋类暴雨

主要受地面冷锋影响。在12次暴雨个例中,冷锋类有5次约占42%。图1是1980年6月16—17日一次冷锋暴雨实例。暴雨发生前,在鄂西北有一条东西走向的冷锋,北部受冷空气影响,锋前为暖气团控制,在气压场上鄂西北及鄂西南为中高压,三峡及宜昌附近为中低压影响。宜昌、荆门的中低压还有中尺度辐合线配合,它为暴雨发生提供了动力条件。这时预报区内,由于温、湿梯度不大,只产生了弱降水。

随着北方冷空气的南下，冷锋已移至宜昌附近，并与中尺度辐合线相重合。这时鄂西北的中高压和宜昌附近的中低压明显加深，中尺度高压是个偏冷系统，中低压则是偏暖系统。由于南北冷暖空气的同时加强，致使宜昌附近的温、湿梯度加大，在能量场上反映有强能量锋区出现^[3]，锋区强度一般均 $\geq 10^{\circ}\text{C}/100\text{km}$ 。暴雨区位于中尺度高压和中尺度低压之间或中低压附近，在地面流场上还有明显的风辐合(见图1)。地面散度场上一般都有 $\leq -2.5 \times 10^{-5}/\text{s}$ 的辐合中心相配合。

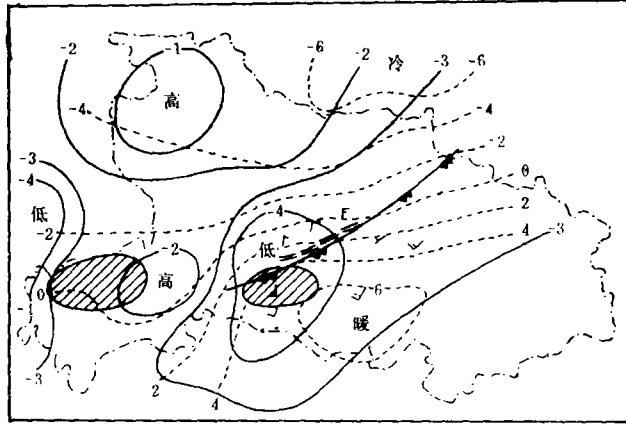


图1 1980年6月16日14时地面图(冷锋类) 气压距平(实线), 温度距平(虚线), //中尺度辐合线

由于北方冷空气加强南下，地面冷锋已移出预报区，原鄂西北的中高压加强南下，迫使宜昌附近中低压减弱南移。因强降水发生之后，能量进行了释放，预报区的温、湿梯度变疏，地面上辐合减弱。这些都标志着冷锋暴雨已经结束。

2. 静止锋暴雨

以静止锋出现为主。在12个暴雨个例中，静止锋暴雨有4次约占33%。

图2是1984年7月24—25日宜昌地区一次静止锋暴雨实例。暴雨前由于受北方弱冷空气的影响，加上南方暖湿空气的北上，在我省中部常形成一条东西走向的静止锋，其北部为中高压控制，而宜昌至长江流域为低压带，长江三峡区有中尺度低压出现，因当时温、湿梯度不大，在静止锋附近只有弱降水。

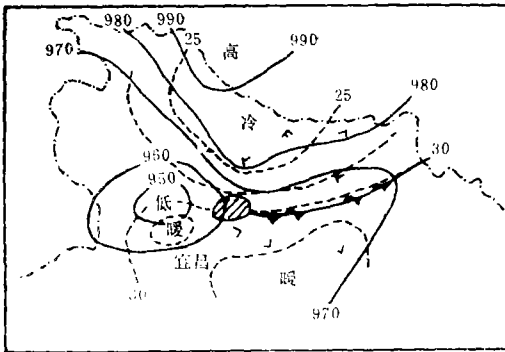


图2 1984年7月24日17时地面图(静止锋类) 气压场(实线), 温度(虚线)

随着北方冷空气的南侵和南方暖湿气团活跃北上，这时气压场上中高压和中低压同时加深，使得在静止锋附近的温、湿度明显加大。从能量场上分析，锋区强度达 $\geq 8^{\circ}\text{C}/100\text{km}$ 时，暴雨即将发生。强降水时，能量锋区强度高达 $\geq 20^{\circ}\text{C}/100\text{km}$ 。暴雨就发生在强能量锋区并有风辐合的区域(见图2)。

当北方冷空气继续入侵时，原静止锋变为冷锋并逐渐移出预报区，这时北方的中高压加强南移，使长江三峡地区的中低压减弱消失。锋区附近的温、湿梯度变疏，整个预报区为辐散气流所控制，说明静止锋暴雨已告结束。

3. 暖区类暴雨

此类暴雨表现在低层及地面上无明显冷空气活动，暖湿气流盛行，全省大部分地区

吹偏南风。在12个暴雨个例中仅出现3次约占25%。

1987年8月18—19日荆门附近发生一次暖区暴雨。暴雨前地面图上在鄂西北有一条中尺度辐合线缓慢向东南移动，宜昌附近和大洪山东北侧分别有地形性气旋环流存在。

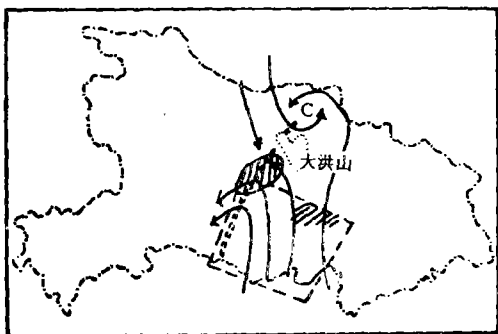


图3 1987年8月18日17时地面图(暖区类)
流线(实线)//中尺度辐合线

当中尺度辐合线移入地形性气旋绕流区后，辐合线上出现气旋扰动和气旋弯曲加大，于是分别在这两个地区出现暴雨团并形成反气旋式冷堆。在东面冷堆依大洪山出现向西绕流和越山气流，大洪山背风处低层出现辐合并有次生气旋生成，造成预报区北侧局部大暴雨(见图3)。

暴雨结束时，中尺度辐合线南移至长江附近，其北侧的冷空气中出现反气旋式辐散气流。

以上三种类型暴雨在今年汛期试验中结合了高空、地面各种物理量场初步归纳出三度空间的中尺度暴雨模式(见图4)，并有如下四条特征(所有暴雨过程均符合这些特征)：

1)暴雨发生时，在地面图上出现中尺度高压和中尺度低压，并有中尺度辐合线相伴随。暴雨区一般落在地面强能量锋区附近及正涡度和负散度相重合的区域。

2)在850hPa上有切变线存在，并有西南高空急流相伴随。其水汽通量散度 $\leq -5.2 \times 10^{-7} \text{ g/cm}^2 \cdot \text{hPa} \cdot \text{s}$ 。

3)中层的偏西风和槽(包括副热带高压边缘)，标志着正涡度及弱冷空气的入侵，使得产生不稳定层结和上升运动。这种不稳定度可用Ri或K指数来判断，梅雨期K指数 $\geq 30^\circ\text{C}$ ，盛夏期K指数 $\geq 35^\circ\text{C}$ 。

4)在200hPa上，有暴雨时空急流位于雨区以北，急流右前方的负切变涡度和辐散气流，有利于低层辐合区的维持和加强。

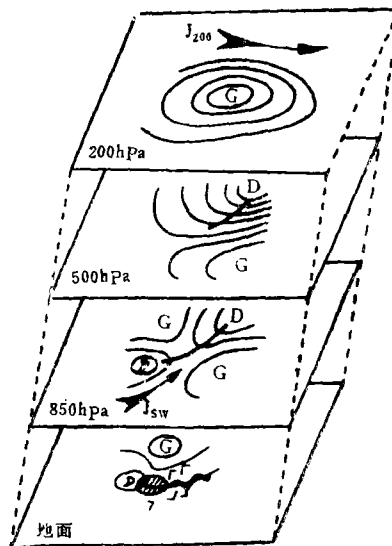


图4 中尺度暴雨模式

二、预报工作流程

1989年6月15日—8月15日我们参加了“七五”攻关课题预试验工作。试验前在归纳的中尺度暴雨模式的基础上引出暴雨预报思路。首先从大尺度的环流背景找出产生暴雨的可能性，然后在高空、地面的物理量场上找出预报暴雨的具体判据，其中包括距平场、能量场等。这些预报判据为短时暴雨专家系统提供了大量的预报知识。

有了预报暴雨的判据后，根据实际资料来源的先后次序及各种预报工具情况，制定

出预报暴雨的工作流程框图(见图5)。

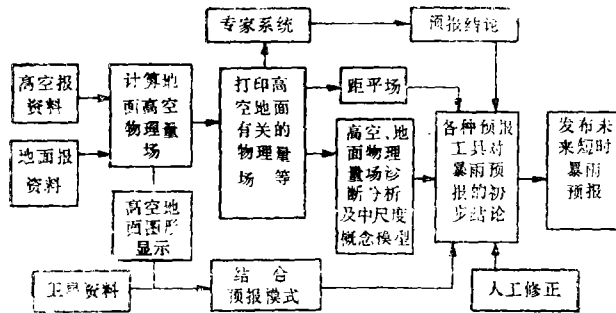


图5 预报暴雨的工作流程框图

首先由通讯台将我们需要的高空、地面报资料，通过通讯接口传送到长城微机上，然后输入软盘上(数字化卫星资料类似)。接着将原始资料进入微机计算，约5分钟以后，在微机的屏幕上能直接显示出高空、地面各种要素实况图形(包括各个层次要素、剖面、物理量场)。同时微机将所输入的高空、地面资料分别计算各种所需要的物理量场。并分头进入暴雨专家系统、距平场、打印有关的物理量场等。经过这样运转，就得到了各种预报工具(包括专家系统，高空和地面物理量诊断分析，距平场，中尺度暴雨模式，数字化卫星云图等)对暴雨预报的初步结论，这些结论在进行人工修正之后就即可按时发布未来3—12小时的暴雨预报。

三、预 试 验 结 果

1989年的预试验是从6月15日至8月15日，历时两个月。每天定时发布三次预报区内的暴雨预报。第一次预报在11时30分(北京时)前发布；第二次是16时30分前；第三次22时发布。预试验期内共发布预报22次(指对有暴雨而言)，预报正确或基本正确10次，其中漏报6次，空报6次，预报准确率为 $10/22=45\%$ 。

参 考 文 献

- [1] 陶诗言等，中国之暴雨，25—26，科学出版社，1979年。
- [2] 董 巍，孙必元等，中尺度暴雨分析和预报，162页，气象出版社，1978年。
- [3] 傅斯年，德其天文学，35—104，气象出版社，1950年。

RELATIONSHIP BETWEEN THE MESOSCALE
HEAVY RAIN SYSTEM AND THE
FRONT, ETC

Huang Dejiang* Yuan Enguo* Zhu Jiyi* Liao Yishan*

ABSTRACT

We derived a mesoscale concept model for heavy rain occurring over the middle reaches of the Changjiang River from the analysis of more than 10 heavy rain episodes, obtaining certain criteria for mesoscale heavy rain forecasting from the aerological and surface physical fields. From June to August, 1989 we carried out a fore-experiment and with good results.

*Affiliated with the Wuhan Research Institute of Heavy Rain