

中尺度区域内暴雨落区预报的探讨

张 弘

(陕西宝鸡市气象局, 721006)

提 要

以天气学原理和预报员经验为基础,通过对影响宝鸡地区 45 场暴雨天气的分析,探讨了不同尺度系统对暴雨落区的经向分布与纬向分布的影响。由此建立了暴雨落区的预报模型,对中尺度区域内暴雨落区的预报进行了有益的尝试。

关键词: 中尺度区域 降水分布特征 暴雨落区 短期预报

引 言

对于范围较大区域(水平尺度为 500km 左右)的暴雨落区预报,许多人根据天气尺度、中尺度系统的分析,作了大量有成效的工作。但对范围更小区域内的暴雨落区预报,在实际工作中只能采用卫星云图、雷达探测等实时资料制作短时预报。如何实现较小区域内暴雨落区的短期预报,是本文研究的核心。

宝鸡位于陕西关中西部、青藏高原东北侧的边缘地带。区内共辖 11 个县、市,海拔高度为 410—3800m,有川道、黄土高原、丘陵、山脉等 4 类地形区。复杂的地理状况造成了区域内显著的气候差异,也带来了天气上的较大差别。因此,对于暴雨等灾害性天气分布特征的研究显得尤为重要。

1 暴雨分布特征的分析

1.1 暴雨过程的标准

为剔除夏季局地对流造成的单站强降水个例,根据全区 11 个点的日降水量,定义了暴雨强度系数 Y :

$$Y = 0.1N_1 + 0.2N_2 + 0.4N_3$$

式中, N_1 为 $25.0\text{mm} < RR_{24} \leq 38.0\text{mm}$ 的站数, N_2 为 $38.0\text{mm} < RR_{24} \leq 50.0\text{mm}$ 的站数, N_3 为 $RR_{24} > 50.0\text{mm}$ 的站数。

凡 $Y \geq 0.6$ 即为一次暴雨日,按此标准划分,1970—1989 年(7—8 月)共有暴雨 45

次。其中,11 个站中最大雨量只达到大雨过程只有 2 次。可以看出,降水强度系数 Y 对该区域内同期的暴雨过程具有较好的代表性。

1.2 暴雨相似区域的分析

根据 45 个暴雨日各站的雨量,采用模糊聚类、相似分析等方法,对各点雨量进行了相似分析。同时为了比较一般降水和暴雨的差别,也对一般降水的情况作了类似处理。结果表明,各点间的相似水平随雨量的增大而减少,即降水量级越大,各点间的相似水平越低。如:在小雨的相似分析中,取相似系数 0.85,全区可分为 3—4 片,而在暴雨的分析中,取相似系数 0.80,全区可分为 8 片(见附图)。可见本区各点间的暴雨分布存在着明显的差别,有必要进行暴雨落区预报的探讨。

1.3 宝鸡暴雨的特点

1.3.1 突发性强,持续时间短。通过对大量的个例总结得出,在系统影响高原地区时,往往只产生了弱降水或无降水,而系统移到本地(或天水、平凉等地),降水强度猛增,而达到暴雨强度。

1.3.2 从影响系统、降水时间、降水强度等方面看,本区的暴雨过程与关中其它地区相比,存在着一定的差别,有时却与陕南西部或甘肃东部的情况比较相似。



附图 暴雨落区预报分片图

1.3.3 强度大,雨量分布不均。从汛期雨量或年雨量的分布可以发现,本区与西北地区东部同纬度带的其它地区相比,降水量明显偏多,易产生较强的暴雨过程。在陕西近20年的大暴雨中,出现在宝鸡的几率约占三分之一。但暴雨过程中,各站的雨量分布不均,本文统计的45次暴雨(见表1),暴雨次数最多的达16次,最少的只有6次。另外,大部分站出现大雨和中雨的几率更大。

表1 各级雨日分布次数

量级	陇县	林由	千阳	岐山	宝鸡	眉县	太白	凤县
暴雨	8	8	13	10	11	6	16	9
大雨	12	23	16	25	25	21	14	19
中雨	14	12	12	9	7	11	9	10
小雨	11	2	4	1	2	7	6	7

2 预报思路及因子选择

2.1 暴雨落区预报的基本思路

通过对各站雨量分布的分析发现,本地降水落区的经向(东西向)和纬向(南北向)的差异是暴雨落区的主要分布形式。由此,根据本区的地理特点及上节的分片结果,分别在X方向(经向)和Y方向(纬向)将本区自西向东和自北向南各划分成3个小区(见表2)。显然,根据天气学原理和预报经验,对类

似的中尺度区域内南部或北部、东部或西部降水量的预报,比单独进行某固定片或点的预报具有更好的合理性。因此,可以分析不同尺度系统对一特定方向上不同位置降水强度影响的差异,由此选取预报因子,组建各小区的预报模型。然后,将X方向上各组不同的降水量预报值与Y方向的预报值进行一定的组合,便可模拟出区域内暴雨落区的多种分布状态,从而达到预报暴雨落区的目的。

表2 暴雨经向、纬向分区表

分 区	区 内 站 名
X (1)区	陇县、凤县
方 (2)区	千阳、凤翔、宝鸡市(县)、太白
向 (3)区	林由、岐山、扶风、眉县
Y (1)区	陇县、林由
方 (2)区	千阳、凤翔、岐山、扶风、宝鸡市(县)、眉县
向 (3)区	太白、凤县

2.2 预报因子的选择

2.2.1 根据上节的预报思路,首先选取对本区X方向与Y方向降水分布有影响的部分因子,举例如下:

X方向:本区东部,低层暖湿气流辐合偏北,降水易西多东少,用700hPa 西安与平凉偏南风水汽通量之差(X_{33})表示。上游地区或本站附近冷空气较强,降水常为西少东多,用兰州与DⅡ区(地面关键区Ⅱ,范围35—40°N,107—115°E)内测站的最大气压差(X_{11})表示。

Y方向:低层暖湿气流的纬向分布与同方向降水强度的分布相关较好,用700hPa GⅢ(高空关键区Ⅲ,范围30—40°N,100—110°E)区T—Td最小值测站的纬度(X_{10})表示。冷空气已侵入本地,降水易北少南多,分别用宝鸡、平凉气压的大值与汉中、武都气压的小值之差(X_8)及宝鸡、平凉气压的大值与DⅡ(地面关键区Ⅱ,范围30—34°N,104—110°E)区内测站的最小气压之差(X_9)两个因子表示。

2.2.2 不少研究成果已证实:较大降水(尤其是暴雨)是在有利的天气背景下,天气尺度、次天气尺度等系统激发中、小尺度系统发生、发展的结果。因此,我们还选择了代表初始场大气状况和反映不同尺度系统作用的其它因子。如:用宝鸡站地面总能量(X_{17})及其24小时变量(X_{18})表示下垫面的能量状况。用宝鸡与西安、天水、平凉等地的地面气压梯度(X_{11}, X_{19}, X_{20})表示地面中尺度气压场的分布。用邻近4站(平凉、西安、武都、汉中)700hPa与500hPa $\Delta\theta_{se}$ 的平均值(X_{12})表示本区上空的大气稳定度。用700hPa延安、银川与邻近4站 $T-T_d$ 均值之差(X_9)及武都南风水汽通量(X_{23})综合反映低层湿度场状况和暖湿气流的强度。

经以上各步,共初选因子35个,所选因子既包含某些中、小尺度系统的信息,同时也有反映天气背景条件等较大尺度系统影响的部分因子。由这些因子建立的预报模型,其时效能适合于短期预报。

2.3 因子的处理

为保证因子间的独立性,将35个初选因子进行相关分析,凡相关系数 $r \geq 0.80$ 的一组因子,保留一个质量高的因子,同组其余因子剔除,共剔除5个因子,余30个因子组成基本因子库。

3 暴雨落区预报模型

3.1 初级预报模型

利用“残差相关选择法”^[1],首先分3类建立了初级预报模型。

1类:全区平均降水量 $\bar{R}$,降水强度系数 Y ,最大降水量 R_{max} 3个预报方程。通过分析得出,某区域内各点降水量与整个区域的总降水状况有着直接的关系。故建立以下两类预报方程时,将这3个量的预报值作为因子加入了待选因子集。

2类: X 与 Y 方向,共6个小区的预报方程($X_{(1)}$ 区…… $Y_{(6)}$ 区)。为减少暴雨的漏报,各区降水量均选用该区内的最大雨量。

3类:在本区域内,每一片都处于 X 或 Y 方向上的一个固定位置。某片降水情况应与按这两个方向降水分布所选的因子有较好的关系。所以,我们用相同的因子分别作了8个片的降水量预报($R_{(1)}-R_{(8)}$ 片)。

3.2 综合分片预报模型

最终预报模型是以上节中2、3类预报方程的预报值作为因子,用多元回归方法建立的综合分片预报模型。即某片综合预报方程由该片在两类方程中两个方向的预报值,3类方程中该片的预报值等3个因子组成。如:①片的综合预报方程为:

$$Y_{(1)} = -13.202 + 0.749R_{(1)} + 0.372Y_{(1)} + 0.171X_{(1)}$$

式中, $R_{(1)}$ 为3类方程①片预报值, $Y_{(1)}$ 为2类方程 $Y_{(1)}$ 区预报值, $X_{(1)}$ 为2类方程 $X_{(1)}$ 区预报值。

综合分片预报($Y_{(1)}-Y_{(8)}$)与3类方程的分片预报($R_{(1)}-R_{(8)}$)相比,减少7次错报,雨量预报的平均绝对误差减少3%。因此,实际工作中采用的是综合分片预报的结果。

3.3 模型的检验

用复相关系数对模型所含的25个预报方程进行了检验,其中22个方程通过了 $\alpha=0.01$ 的显著性检验,另3个方程的相关水平稍低些。

4 拟合及使用情况

4.1 拟合

本文的45个样本中8个片的预报平均绝对误差为12.7。按现行评分方法,报对297个片次,错报63个片次,准确率0.825。

4.2 使用情况

在实际使用中,若模型预报有暴雨,市台预报员根据预报经验,必要时对模型的预报结论进行某些补充或订正,然后传递给各县气象站和有关部门。

1991—1993年(7—8月),本区共出现7次暴雨过程。综合分片模型的预报准确率为0.63,暴雨预报准确率0.55,为短期暴雨的

落区预报提供了客观工具。

表3为近10年来,对宝鸡地区影响最大的“90.7”连续性暴雨的试报情况。综合分片

预报模型暴雨预报的准确率为0.63,全区平均雨量、降水强度、最大雨量等项目的预报效果更佳。

表3 1990年7月5—6日试报情况

项 目	预 报		实 况		项 目	预 报		实 况	
	5日	6日	5日	6日		5日	6日	5日	6日
$\bar{R}$	39.5	35.9	28.3	41.4	Y①片	39.8	61.9	8.5	64.2
Y系数	1.2	2.2	1.2	2.1	Y②片	20.5	43.7	9.8	24.1
$R_{\max}$	55.7	81.7	73.0	74.6	Y③片	37.4	64.8	21.5	46.1
X(1)区	28.0	62.5	9.8	64.2	Y④片	55.0	45.9	20.9	24.5
X(2)区	67.6	74.2	35.1	50.1	Y⑤片	62.4	24.7	35.1	50.1
X(3)区	59.2	50.7	73.0	74.6	Y⑥片	35.7	34.7	30.0	28.7
Y(1)区	57.4	61.6	73.0	74.6	Y⑦片	55.7	61.7	54.3	58.9
Y(2)区	55.1	72.8	54.3	58.9	Y⑧片	58.3	56.2	73.0	74.6
Y(3)区	55.4	47.2	30.0	28.7					

5 结语

5.1 从暴雨分布的主要差异(经向与纬向差异)出发,分析了各种尺度系统对特定方向上不同位置降水强度的影响。根据天气学原理和预报经验总结出预报指标并组建预报模型,为在类似区域进行暴雨落区的短期预报提供了一种可行的方法。

5.2 本方法所采用的预报模型是宝鸡台天气预报实时业务系统下的一个子模型,实际

使用时,资料收集、计算分析等大部分工作均由微机完成,达到了较高的客观化、自动化水平。

5.3 在暴雨落区预报中,可同时得到区域预报、分区预报、分片预报等多种预报产品,给市台和县站的暴雨预报提供了大量的信息,具有一定的实用价值。

参考文献

- 1 姚益平. 预报因子残差相关选择法. 气象, 1990, 16(11): 49-51.

A Primary Study of Forecasting Heavy Rain Fields in a Meso-scale Area

Zhang Hong

(Baoji Meteorological Bureau, Shaanxi Province 721006)

Abstract

Through analysis of 45 cases of heavy rain at Baoji, depending on principles of meteorology and weathermen's experience, the influence of different-scale systems on radial-zonal distribution of heavy rain is discussed. From this, the model of forecasting heavy rain fields was completed. Also a significant test to forecast heavy rain fields in a meso-scale area is made.

Key Words: meso-scale area feature of rainfall distribution heavy rain field short-range forecast