

# 暴雨落区及强度的多维相似预报方法

苏永清 吴士兰 王 瑞

(江苏省淮阴市气象台, 223001)

## 提 要

选取 1970—1995 年暴雨两个例, 采用 F 判别方法对产生暴雨的天气形势进行分型, 选取发生暴雨的落区及强度预报指标, 研制了暴雨的多维相似预报方法。在实际预报中取得了明显的效果。

关键词: 暴雨 多维相似 落区 强度 预报

## 引 言

暴雨是重要的灾害性天气之一, 它既是中尺度天气现象, 又是大、中、小尺度天气系统相互作用的产物。各种尺度系统的相互作用是一个复杂的问题, 加之目前资料的时空尺度一般都超出了暴雨的尺度, 因此对暴雨系统的发生、发展以及移动的分析, 对暴雨落区及强度的分析预报都造成一定的困难。为此, 我们从形成暴雨的宏观物理条件入手, 在客观分型的基础上, 采用多维相似预报方法作暴雨落区及强度预报的尝试。

## 1 客观分型

$$F_1(x_1, y_1) = \begin{cases} \frac{|y_1 - 31| + 1}{|111.5 - x_1| + 5} & 105 \leq x_1 \leq 118; \quad 27 \leq y_1 \leq 35 \\ 0 & \text{其它} \end{cases}$$
$$F_2(x_2, y_2) = \begin{cases} \frac{|y_2 - 32| + 1}{|x_2 - 110.5| + 5} & 105 \leq x_2 \leq 116; \quad 29 \leq y_2 \leq 36 \\ 0 & \text{其它} \end{cases}$$
$$F_3(x_3, y_3) = \begin{cases} \frac{y_3 - 4}{|34 - x_3| + 6} & 32 \leq x_3 \leq 36; \quad 5 \leq y_3 \leq 10 \\ 0 & \text{其它} \end{cases}$$
$$F_4(x_4, y_4) = \begin{cases} \frac{y_4 - 4}{|33 - x_4| + 6} & 30 \leq x_4 \leq 36; \quad 5 \leq y_4 \leq 10 \\ 0 & \text{其它} \end{cases}$$

其  $F_1, F_2, F_3, F_4$  的取值范围分别为:  $F_1 \{0, [0.086, 1]\}$ 、 $F_2 \{0, [0.095, 1]\}$ 、 $F_3 \{0, [0.125, 1]\}$ 、 $F_4 \{0, [0.111, 1]\}$ 。

产生暴雨的宏观物理条件虽然是相同的, 但对于不同环流形势和影响系统, 其满足暴雨发生的宏观物理条件的表现形式不尽相同, 暴雨发生的强度和落区也存在一定的差异。为了做好暴雨的多维相似预报, 必须从环流形势和影响系统着手进行天气分型。本方法以 700hPa 环流形势为主, 根据预报员经验, 参考模糊集合的有关知识, 采用 F 判别法进行客观分型。

### 1.1 建立 F 函数

按模糊分布公式结合我们的实践经验构造下列隶属函数:

其中  $x_1-x_4, y_1-y_4$  为分型特征量。  $x_1, y_1$  表示槽线与 35°N 交点经度及槽底纬度;  $x_2, y_2$  表示低涡或涡环流中心所在经、纬度;

$x_3, y_3$  为东北槽尾部切变与  $115^\circ\text{E}$  交点纬度和切变在  $110-120^\circ\text{E}$  范围的长度;  $x_4, y_4$  为华东伸向河套的高压后部切变与  $115^\circ\text{E}$  交点纬度和切变在  $110-120^\circ\text{E}$  范围内的长度。

## 1.2 F 函数判别

$0.086 \leq F_1(x_1, y_1) \leq 1$  判别为低槽型;

$0.095 \leq F_2(x_2, y_2) \leq 1$  判别为低涡切变型;

$0.125 \leq F_3(x_3, y_3) \leq 1$  判别为冷切变型;

$0.111 \leq F_4(x_4, y_4) \leq 1$  判别为暖切变型。

通过对 1970—1995 年暴雨天气个例进行 F 函数判别, 81 次暴雨个例中有 22 例属低槽型; 17 例为低涡切变型; 19 例为冷切变型; 18 例为暖切变型; 有 5 例不入型, 分型概括率为 94%。

## 2 暴雨落区及强度相似因子的选取及规定

根据天气学、热力学、动力学和能量学原理, 从形成暴雨的水汽条件, 上升运动条件、对流不稳定条件出发, 选取了 500hPa 关键区影响系统的变高、变温、副热带高压强度、位置, 700hPa 影响系统变高、变温、西南急流、低涡; 850hPa 西南急流, 14 时地面影响系统及本市上游关键区内雨量, A 指数、K 指数等 14 项资料, 作为暴雨落区及强度相似预报因子。

为了比较确切的反映暴雨天气的相似程度, 在预报因子选取时不仅要考虑到影响系统、气象要素的位置和暴雨落区的关系, 而且还要考虑到影响系统的强弱对暴雨强度的影响。因此, 每种天气型都选取了两组相似因子, 一组为落区相似预报因子, 另一组为强度相似预报因子。有些影响系统或要素, 既可以作为落区相似预报因子, 又可以作为强度相似预报因子, 只是处理方法不同。下面仅以暖切变型为例说明(其它型略)。

### 2.1 落区相似因子

$x_1$ : 700hPa 切变线交  $115^\circ\text{E}$  的纬度, 取

其个位数为因子的编码。如: 切变线交  $115^\circ\text{E}$  于  $32^\circ\text{N}$  则编码为 2。

$x_2$ : 700hPa 或 850hPa 无西南急流编码为 0; 急流轴顶端达汉口或上海编码为 1; 达南京编码为 2; 达徐州编码为 3; 在  $35^\circ\text{N}$  以北编码为 4; 在  $30^\circ\text{N}$  以南编码为 5。

$x_3$ : 500hPa 一区<sup>1)</sup>中  $\Delta T_{24} \leq -3$  编码为 1; 二区中  $\Delta T_{24} \leq -3$  编码为 2; 两区中都有  $\Delta T_{24} \leq -3$  编码 3; 两区中都无  $\Delta T_{24} \leq -3$  编码为 0。

$x_4$ : 588 线北界与  $120^\circ\text{E}$  无交点编为 0, 交点在  $29^\circ\text{N}$  以南编码为 1, 在  $29-31^\circ\text{N}$  之间编码为 2; 在  $32-35^\circ\text{N}$  之间编码为 3; 在  $35^\circ\text{N}$  以北编码为 4。

$x_5$ : 在 500hPa 图上有河套大槽或阶梯槽, 或者华东伸向华北到河套为拇指形高压, 高压后有气旋性切变, 并有冷空气进入时编为 2; 华东到华北为高压脊, 西藏高原到四川盆地有低槽或河套西部有阶梯槽编码为 1; 其余编为 0。

### 2.2 强度相似因子

$x_6$ : 850hPa 无西南急流编为 0; 有西南急流但范围不大或有不连续现象编码为 1; 西南急流范围广或风速  $\geq 16\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$  编码为 2。

$x_7$ : 700hPa 有偏东风和偏西风切变编为 0; 若切变南侧有  $\geq 12\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$  的西南风、北侧有  $\geq 8\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$  的东或东南风编码为 2; 其余编为 1。

$x_8$ : 700hPa 西南急流编码标准同  $x_6$ 。

$x_9$ : 700hPa 在一区、二区中均无  $\Delta T_{24} < 0$  编码为 0;  $-1 \geq \Delta T_{24} \geq -2$  编码为 1;  $-60 < \Delta T_{24} \leq -3$  编码为 2;  $\Delta T_{24} \leq -6$  编码为 3。

$x_{10}$ : 500hPa  $\Delta T_{24}$  编码标准同  $x_9$ 。

$x_{11}$ : 汉口的 K 指数  $\geq 40$  编码为 3;  $35 \leq K < 40$  编为 2;  $30 \leq K < 35$  编为 1;  $K < 30$  编为 0。

1) 一区站: 52533、52889、56096、53614、53915, 二区站: 53463、53845、53772、57083、54511、54823、58027。

### 3 多维相似判别及其应用

输入预报日分型特征量  $x_1-x_4, y_1-y_4$  计算  $F$  函数, 确定是否符合暴雨天气型或何种天气型。

#### 3.1 落区相似判别

将预报日和历史上基本相同的暴雨个例的落区相似因子进行检索, 选取相似因子相同数最多的 1—3 个个例作为一级相似个例, 相同条数必须大于或等于 3 条, 否则说明相似程度很差, 判别无区域性暴雨, 不再进行强度相似判别。

#### 3.2 强度相似判别

输入预报日的强度相似因子, 用相似高度法分别计算预报日与一级相似个例的相似高度值。计算公式<sup>[1]</sup>如下:

相似高度:

$$C_{ij} = \frac{1}{2} (S_{ij} + D_{ij})$$

其中,

$$S_{ij} = \frac{1}{M} \sum_{k=1}^M (X_{ijk} - E_{ij})$$

$$D_{ij} = \frac{1}{M} \sum_{k=1}^M |X_{ijk}|$$

$$X_{ijk} = X_{ik} - X_{jk}$$

$$E_{ij} = \frac{1}{M} \sum_{k=1}^M X_{ijk}$$

式中,  $C_{ij}$  表示  $i, j$  两个样本的相似高度;  $k$  表示因子序数;  $M$  为因子数;  $E_{ij}$  表示  $i$  样本对于  $j$  样本中所有因子之间的总平均差值;  $D_{ij}$  是海明距;  $S_{ij}$  表示两个样本中的各个因子之间的差值  $X_{ijk}$  对  $E_{ij}$  的离散程度, 而  $X_{ik}$  为第  $i$  个样本的第  $k$  个因子,  $X_{jk}$  为第  $j$  个样本的第  $k$  个因子, 通过计算, 取其相似高度值最小的为最佳相似个例。

#### 3.3 运用举例

该预报方法 1996 年投入使用, 6 月 19 日客观分型为暖切变型, 输入落区相似预报因子, 并进行检索, 选出暴雨相似个例为 890604、860718。再用强度相似因子计算相似高度, 计算结果分别为 0.382、0.245。可以看出 860718 暴雨个例为最佳相似样本。根据其降水分布预报全市中北部地区 24 小时内有暴雨、局部大暴雨, 实况与预报意见基本一致。结果表明多维相似预报方法在暴雨落区及强度预报中具有一定的预报价值。

#### 参考文献

- 1 李开乐. 相似高度及其使用技术. 气象学报, 1986, 44 (2): 176—177.

## The Multivariate Similarity Method for Forecasting Rainstorm Areas and Intensity

Su Yongqing Wu Shilan Wang Rui

(Huaiyin Meteorological Office, Jiangsu Province 223001)

#### Abstract

Based on the data from 1970 to 1995, the circulation patterns producing torrential rain have been divided using  $F$  distinction and the indicators for forecasting rainstorm areas and intensity have been chosen and the forecasting method for torrential rain areas and intensity is developed. The method is useful in routine operation and forecasting ability for torrential rain was improved.

**Key Words:** rainstorm multivariate similarity forecasting rain field and intensity