

# 东营市7月份暴雨集成预报系统

侯淑梅 孙忠欣 郑丽娜 王 晖

(山东省东营市气象局, 257091)

## 提 要

利用1989~1998年08时高空和地面实时资料,用指标法对样本进行消空,再用判别法制作东营市的暴雨预报,预报的准确率明显高于单个预报。

**关键词:** 指标法 判别法 集成预报

## 引 言

暴雨是黄河三角洲地区主要的灾害性天气之一,具有降水强度大、分布不均匀、随机性强等特点。坐落在黄河入海口的山东省东营市,正处于南支和北支影响系统之间,加之黄河的影响,增加了暴雨的预报难度。该地暴雨主要出现在汛期,且以7月份为最多,占整个夏季暴雨日数的53%左右。本文利用高空和地面实时气象资料,开发研制了7月份暴雨预报系统。首先分别计算12~36、12~24、24~36小时预报,再将三个时效的结论有机地结合,做未来12~36小时的暴雨集成预报,效果良好。

### 1 系统功能

整个系统包括资料处理、暴雨预报、结果打印三种功能。

#### 1.1 资料处理

每天上午从“9210”卫星通信网节点机上拷贝08时高空和地面图资料,读取各指标站要素值,并计算相关的组合因子。

#### 1.2 暴雨预报

首先用指标法进行消空,分别计算三个预报时段的暴雨判别指标,当其中两个以上时段的预报结果为0时,属于无暴雨型,直接输出无暴雨;否则,计算三个时段的判别方程,并集成判别结果,输出预报结论。

#### 1.3 结果打印

以文本方式显示每天的计算结果,可以打印并累加保存文件。

## 2 技术方法

### 2.1 资料处理

因子选用1989~1998年08时30~45°N、105~120°E范围高空和地面气象资料。降水量选取1989~1998年东营辖区内利津县、

河口区、东营区、广饶县、垦利县 5 个站 20~20 时、20~08 时、08~20 时三个时段的降水量,每个预报时段中取 5 个站中降水量最大者分别作为 12~36、12~24、24~36 小时预报量。

为充分提取环境场信息,研制过程中除了选用单站单要素以外,还构造了几个组合因子。比如,500hPa 与 850hPa 温度差 ( $T_{500} - T_{850}$ ) 表示层结稳定性(下标表示该要素所在层次,下同);700hPa 与 850hPa 的温度露点差之和  $[(T - T_d)_{700} + (T - T_d)_{850}]$  反映湿层的厚度;反映中层西南急流状况的西南急流指数,即 700hPa 风速在西南方向的投影  $[ff_{700} \cdot \cos(dd_{700} - 225)]$  ( $dd$  为风向,  $ff$  为风速)。另外,还计算了每个站的  $K$  指数。

## 2.2 指标消空法

10 年的历史资料中,24 小时降水量大于等于 38.0mm 的有 40 个样本,只占历史样本(310 个)的 12.9%。因此只对 40 个暴雨样本的三个预报时段,利用相关系数法分别进行普查。

将相关系数大于等于 0.35 ( $\alpha=0.02$ ) 的因子提取出来,作为三个预报时段的预报指标(见表 1)。适当地调整每个指标的范围,使每个指标的范围中包含 90% 的有暴雨日,将此范围作为该要素满足指标的条件。回代历史 310 个样本,当要素满足条件时,该要素指标定为 1,否则定为 0。这样,得到每个要素的 0、1 化指标。通过试验发现,12~36 小时和 24~36 小时序列中,当有 10 个指标为 1,12~24 小时序列中有 17 个指标为 1 时,预报有暴雨,拟合率最高。拟合结果见表 2。

表 1 三个预报时段的预报指标数

预报时效/小时	12~36	12~24	24~36
预报指标数/个	11	18	11

表 2 暴雨预报指标法拟合准确率

预报时效/小时	12~36	12~24	24~36	平均
TS 准确率/%	14.9	30.0	22.7	22.5
空报率/%	68.9	55.0	70.5	64.8
漏报率/%	16.2	15.0	6.8	12.7

从表 2 中可以发现,暴雨预报指标法准

确率较低,并且空报很多。那么如何充分利用这些指标呢?通过多次试验,调整三个时段的预报结论,发现当三个时段的预报结果有二个以上为 0 时,预报无暴雨,漏报很少。回代 310 天样本,只有两天暴雨漏报,这两天全市都是只有 1 个站下暴雨,伴随有飏线、大风等天气现象,而其它几个站只有弱降水,属典型的强对流性天气,因此前期的气象指标不明显。将三个时段的预报结果有二个以上为 0 作为暴雨消空条件,反查历史资料,消空后还有 61 个样本。

## 2.3 判别法

### 2.3.1 建立预报方程

根据暴雨评分规定,将降水量按表 3 标准进行分级。

表 3 降水量( $y$ )分级标准

降水量/mm	$y < 38.0$	$38.0 \leq y < 50$	$50 \leq y < 100.0$	$y \geq 100.0$
降水级别	1	2	3	4

利用逐步判别方法,对消空后的 61 个样本计算判别方程,得到 3 个预报时效的 12 个判别方程。例如 20~20 时判别方程为:

$$\begin{aligned}
 y_1 &= -6.387 + 0.001x_1 + 0.012x_2 \\
 &\quad + 0.407x_3 + 0.005x_4 + 0.267x_5 \\
 &\quad + 0.036x_6 + 0.014x_7 \\
 y_2 &= -11.719 + 0.005x_1 + 0.027x_2 \\
 &\quad + 0.642x_3 - 0.007x_4 + 0.020x_5 \\
 &\quad + 0.067x_6 + 0.010x_7 \\
 y_3 &= -9.414 + 0.002x_1 + 0.014x_2 \\
 &\quad + 0.997x_3 + 0.001x_4 + 0.080x_5 \\
 &\quad + 0.056x_6 + 0.012x_7 \\
 y_4 &= -22.790 - 0.002x_1 - 0.009x_2 \\
 &\quad - 0.007x_3 - 0.031x_4 + 0.941x_5 \\
 &\quad - 0.020x_6 + 0.044x_7
 \end{aligned}$$

其中,  $y_1, y_2, y_3, y_4$  为预报级别,  $x_1$  为东盛站 850hPa 风向,  $x_2$  为锡林浩特站 500hPa 风向,  $x_3$  为西安站 850hPa 风速,  $x_4$  为郑州站 500hPa 温度露点差,  $x_5$  为郑州站 500hPa 风速,  $x_6$  为徐州站 850hPa 温度露点差,  $x_7$  为南京站 850hPa 风向。计算结果取  $y_1, y_2, y_3, y_4$  中最大者为预报结果(即预报级别)。这些入选因子主要是周边几个指标站的风向、风速

和温度露点差,其中风向和风速主要指示的是水汽来源和急流状况,温度露点差主要指示的是湿度条件。可见,充足的水汽供应是产生暴雨的关键因素。

### 2.3.2 判别方程拟合情况

将 2.3.1 节得到的 3 个时次的判别方程回代历史 61 个样本,拟合情况见表 4。从表 4 可见,经过消空样本后建立的判别方程拟合情况良好,远远超过指标法,空、漏报日数明显减少。12~36 小时预报漏报日数为 6 天,仍然较多,影响了拟合准确率。三个预报时段平均准确率达 72.8%,尤其是 12~24 和 24~36 小时预报准确率超过 80%,空、漏报日数很少,达到预期目的。

表 4 消空样本后暴雨预报判别法拟合准确率/%

预报时效/小时	12~36	12~24	24~36	平均
TS 准确率	52.6	80	85.7	72.8
空报率	15.8	10	0.0	8.6
漏报率	31.6	10	14.3	18.6

## 3 集成预报

### 3.1 判别集成

对于基层台站来讲,主要是做 12~36 小时预报,并不要求分成 12 小时一段。将上述三个时次的预报结果综合发现,当有一个时段输出的结果大于等于 3,或者任意二个时段的结果大于等于 2 时,预报未来 12~36 小时有暴雨,准确率显著提高。其中准确率为  $15/19=78.9\%$ ,比方程直接输出结果提高 26%。空报率为  $3/19=15.8\%$ ,没有改变。漏报率为  $1/19=5.3\%$ ,比方程直接输出结果

降低 26%,将漏报降低到最低限度。漏报这一天的实况是夜间与白天的合计降水量为暴雨,属于降水时间长而产生的暴雨,影响系统不如一般的暴雨过程那么强,因此不易预报。

### 3.2 综合集成

将 2.2 节指标消空法与 3.1 节判别集成法的结果综合起来,准确率为  $15/21=71.4\%$ ,空报率和漏报率均为  $3/21=14.3\%$ 。基本上能满足业务需要。由此可见,用指标法对样本进行消空,增大了暴雨这种小概率事件出现的几率,便于进行数学统计。

本文直接用 310 天样本计算判别方程,其拟合情况见表 5。从表 5 可见,其平均准确率低于 30%,而且漏报率远远超过其准确率。对比表 4 和表 5,很清楚地看出消空样本后的拟合效果远远高于消空前。

表 5 消空样本前暴雨预报判别法拟合准确率/%

	20~08 时	08~20 时	20~20 时	平均
TS 准确率	38.5	10	28.6	25.7
空报率	0.0	20	10.7	10.2
漏报率	61.5	70	60.7	64.1

由此可见,将多种方法有机地结合,制作暴雨集成预报,能克服单个方法的不足,加强小概率事件的预报能力,提高了预报准确率。

## 4 小结

利用指标法先对样本进行消空,避免了人工分型的主观性,客观性较强。消空后利用逐步判别方法分别对三个预报时段进行预报,再将其结果综合,制作 12~36 小时暴雨预报,大大提高了暴雨预报的准确率。

# Dongying's Integrated Prediction System of Heavy Rain in July

Hou Shumei Sun Zhongxin Zheng Lina Wang Hui

(Dongying Meteorological Bureau, Shandong Province 257091)

### Abstract

With the real-time data of high level and surface at 8 o'clock from 1989 to 1998, first, part of the samples are deleted through guideline method, then Dongying's heavy rain prediction is made through distinguishing method. The accuracy of integrated prediction is higher than single forecast.

**Key Words:** guideline method distinguishing method prediction of heavy rain