

焦作市 4—9 月短期降水精细化预报系统

司福意 刘跃红 黄克磊 罗楠 李艳红 苗卫东

(河南省焦作市气象局, 454003)

提 要: 在降水时空变化研究的基础上, 完成辖区降水区划; 用计算机识别 T213 风场中槽线、切变线等影响系统, 并按其相对于预报站方位, 确定对其影响强度指数, 组合预报因子, 建立判别方程, 制作分县 0~12 小时、12~24 小时降水分级预报。经检验, 系统对降水落区有较强预报能力。

关键词: 降水区划 风预报场 计算机识别 降水分级

Refined Short-range Forecast of Precipitation in Jiaozuo, Henan Province

Si Fuyi Liu Yuehong Huang Kelei Luo Nan Li Yanhong Miao Weidong

(Jiaozuo Meteorological office, Henan Province 454003)

Abstract: Based on the analysis of spatial and temporal characteristics, the division of rainfall regions is conducted in Jiaozuo, Henan Province. The precipitation systems (trough line, shear line, etc.) are recognized with computer in T213's wind forecasting fields, and the systems strength index of 7 forecasting stations are confirmed on their opposite location. By combining predictors, the judging equations are established for giving the rainfall scale in 0—12 hours and 12—24 hours periods. The results show that the method is capable of forecasting rainfall regions.

Key Words: wind field computer identification rainfall scale

引言

用计算机识别天气系统,国内台站已作了大量工作,蒋乐贻等在地面形势识别上作了有益尝试^[1]。目前,T213风场在48小时内的预报已得到认可,成为台站预报的重要参考。该方案尝试用时间间隔6小时,水平分辨率60km的T213预报产品,在计算机识别风预报场中的槽线、切变线等影响系统的基础上,建立判别方程,制作12小时降水分县、分级预报。

1 辖区空间地势分布和降水区划

焦作位于豫西北。市区及所辖六县海拔高度在85~129m,最高海拔海达2400m,

呈东西向排列在黄河北岸的太行山南麓,地势北高南低,由西向东逐渐开阔。按沿黄(孟州、温县、武陟)、沿山(沁阳、博爱、焦作)、西部(孟州、沁阳、博爱)、东部(武陟、修武、焦作)、西南部(孟州、温县、沁阳)、东南部(武陟、修武、温县)和东北部(修武、焦作、博爱)划区,对1980—2004年历史资料进行日降水分段统计。12小时雨量(mm)标准为:暴雨 ≥ 30.0 、 $15.0 \leq \text{大雨} \leq 29.9$ 、 $5.0 \leq \text{中雨} \leq 14.9$ 、 $0.1 \leq \text{小雨} \leq 4.9$ 。全区性降水要求5个站以上符合上述各级降水标准,统计结果见表1。分析得出:辖区降水具有明显的分区特征,降水量比较大的区划为沿山、沿黄、东部、西部。降水越大,分布越不均匀,夜间大雨以上降水明显多于白天。

表1 1980—2004年4—9月焦作市降水分级、分区发生次数

	小雨		中雨		大雨		暴雨	
	20—08时	08—20时	20—08时	08—20时	20—08时	08—20时	20—08时	08—20时
全区	388	412	76	102	31	27	24	11
沿黄	45	63	92	27	11	8	14	5
沿山	37	30	24	28	14	15	19	8
东部	69	64	37	39	18	21	24	14
西部	93	78	27	27	13	20	14	17
东北部	8	12	1	10	5	1	8	2
西南部	20	4	9	4	3	3	7	2
东南部	20	6	9	1	2	2	1	2

2 用风预报场识别降水天气影响系统

把风矢量场分解为风向 $D_{i,j}$ 、风速 $V_{i,j}$ 两个标量场。槽线、切变线以及低涡附近风向差别较大,为影响系统确定提供了依据。

2.1 用 $D_{i,j}$ 场识别槽线、台风倒槽

辖区县(市)均位于 $34 \sim 36^\circ\text{N}$ 、 $112 \sim 114^\circ\text{E}$ 内。首先沿 35°N 线搜索 $105 \sim 115^\circ\text{E}$ 间的南北风切变格点 $D_{35,j}$,满足 $D_{35,j}$ 、 $D_{35,j+1}$ 、 $D_{35,j+2}$ 均为偏南风($90^\circ < D_{i,j} < 270^\circ$), $D_{35,j-1}$ 、 $D_{35,j-2}$ 、 $D_{35,j-3}$ 中有两个以上为偏北风($D_{i,j} > 270^\circ$ 或 $D_{i,j} < 90^\circ$)。设

定 $j=c$,然后从 $i=32, \dots, 38^\circ\text{N}$,诸纬度判断 $D_{i,c+i-35}$ 、 $D_{i,c+i-35+1}$ 、 $D_{i,c+i-35+2}$ 是否有两个以上为偏南风,且 $D_{i,c+i-35-1}$ 、 $D_{i,c+i-35-2}$ 、 $D_{i,c+i-35-3}$ 是否有两个以上为偏北风,满足条件槽线越过该纬度,记录槽线在 35°N 线以南的跨度 c_s ,以北的跨度 c_n 。

台风倒槽是东南风与东北风的切变,其识别与槽类同,但每向南一个纬度,槽线东侧格点 $D_{i,j}$ 经度不变或向东推1格点。记录 35°N 线上的经度 c 和南北跨度 c_s 。 $c_s \geq 3$ 倒槽存在。

2.2 用 $D_{i,j}$ 场识别切变线和低涡

在 $i=32, \dots, 37^\circ\text{N}$, $j=109, \dots,$

114°E 范围内，搜索连续 2 个纬度南北对应的 $D_{i,j}$ 和 $D_{i+1,j}$ 、 $D_{i,j+1}$ 和 $D_{i+1,j+1}$ 、...、 $D_{i,j+n}$ 和 $D_{i+1,j+n}$ ，满足风向差 $\geq 30^\circ$ ，且 i 纬度上为西南风或南南东风 ($D_{i,j} - D_{i+1,j} \geq 30^\circ$ 且 $145^\circ \leq D_{i,j} < 270^\circ$)，记录下切变线南侧纬度 q_i 、起始经度 q_j 和切变线所跨经度 n ($n \geq 2$)。

对切变线起端进一步判断：如 $90^\circ < D_{\bar{q}+1,\bar{q}+1} < 145^\circ$ ， $D_{\bar{q},\bar{q}-1}$ 、 $D_{\bar{q},\bar{q}-2}$ 、 $D_{\bar{q}+1,\bar{q}-1}$ 、 $D_{\bar{q}+1,\bar{q}-2}$ 中有一个为西北风或北东北风 ($270^\circ \leq D_{i,j} \leq 360^\circ$ 或 $D_{i,j} \leq 45^\circ$)，则确定该处为低涡中心，低涡中心坐标定义为： $(w_i = q_i, w_j = q_j)$ 。

$$A_{hk} = \begin{cases} 3 - |c - \beta_k| & (c_s \geq 2, c_n \geq 2) \\ 2 - |c - \beta_k| - (35 - \alpha_k) = \alpha_k - 33 - |c - \beta_k| & (c_s \geq 2, c_n < 2) \\ 2 - |c - \beta_k| + (35 - \alpha_k) = 37 - \alpha_k - |c - \beta_k| & (c_n \geq 2, c_s < 2) \end{cases}$$

台风倒槽强度指数：

$$A_{hk} = 4 - |c - \beta_k|$$

若每层中有两个以上影响系统，指数的确定原则为取大值。

4 预报因子的组合与判别方程的建立

4.1 从降水三要素入手组合每一个预报时次的预报因子

x_{k1} ：南北风辐合项，取预报站东西两经度 700、850hPa 两层辐合量均值。各经度上辐合量取 34°N 与 36°N 格点南北风分量差。

x_{k2} ： $V_{i,j} \sin(D_{i,j} - 180^\circ)$ 。850hPa 风预报场格点 (35°N、113°E) 的东风分量。

x_{k3} ：为水汽条件项，取 850、700 和 500hPa 三层均值。按距离权重，用其周围 4 个网格点的预报量插值计算^[2]。

x_{k4} ：为地面气压梯度项。西部三站和东部四站分别取海平面气压场上格点 (35°N、112°E) 和 (35°N、113°E) 的气压与其

3 影响系统强度指数的确定

用数组 (α_k, β_k) 代表预报站点的纬度和经度。根据各站相对于影响系统的方位，确定 500、700 和 850hPa 各层影响系统强度指数 A_{hk} (h 分别取 1、2、3)。总强度 $A_k = A_{1k} + A_{2k} + A_{3k}$ 。各影响系统强度指数定义如下：

低涡影响强度指数：

$$A_{hk} = 4 - \sqrt{(w_j - \beta_k)^2 + (w_i - \alpha_k)^2}$$

切变线强度指数：

$$A_{hk} = 3 - |q_i - \alpha_k|$$

$$(q_j \geq \beta_k - 1 \text{ 且 } q_j + n \geq \beta_k + 1)$$

槽线强度指数：

周围 8 格点气压差绝对值的最大值。

4.2 判别方程的建立

$$y_k = A_k + 0.62x_{k1} - 0.25x_{k2} - 0.33x_{k3} + 0.51x_{k4}$$

预报因子系数是通过提取 2003、2004 年多个有代表性个例的预报因子，进行归一化处理所得。方法为：把各因子对 y 的贡献绝对值控制在 4 以内，按照线性关系求系数。目的在于控制和平衡各预报因子对预报量的贡献量，避免单因子数值过大造成的降水空漏报。

通过聚类分析得出，预报日夜间 0~12 小时 (次日白天 12~24 时) 预报判据如下：

当 850hPa 三预报时次格点 (35°N、113°E) 假相当位温均值 $\theta_e \geq 60^\circ\text{C}$ 时，

有一时次 $y \geq 8$ (9) 或有两个以上时次 $y \geq 7$ ，预报有暴雨。

有一时次 $y \geq 7$ 或有两个以上时次 $y \geq 6$ ，预报有大雨。

有一时次 $y \geq 6$ 或有两个以上时次 $y \geq 5$ ，预报有中雨。

有一时段 $y \geq 5$, 预报有小雨。

当 $50 \leq \theta_* < 60$ 时, 预报降一级, $\theta_* < 50^\circ\text{C}$ 预报降两级。夜间预报用昨天 20 时 24、30 和 36 小时预报场, 次日白天用 36、42 和 48 小时场。

5 系统简介

系统采用 VB.NET 编程, 与 MICAPS 安装在一台机上。自动提取数据资料, 运算产生预报结果。

6 业务试验效果分析

出现某级降水, 预报与实况一致评定为正确; 预报同实况不一致时, 按照实况级别降水漏报及预报级别降水空报的评定规则, 对 2005 年预报情况进行质量评定。统计结

果见表 2。从中可以看出, 系统在降水分级, 特别是在大雨以上降水分级预报中具有较强的预报能力。过程跟踪分析显示, 空报原因主要是没有对系统进行消空和后处理而造成; 漏报的原因是该系统对下滑槽激发的热对流降水预报能力欠缺。预报误差多为一个等级, TS 较低的原因跟评分规则较严有关。但该系统在 2005 年试验中准确做出了 6 月 26 日夜间沿黄大雨、7 月 2 日白天西部暴雨和 7 月 22 日夜间和白天全区暴雨的预报, 表明了系统在降水落区预报上具有一定的能力。

7 结论与讨论

(1) 时空分布发现焦作辖区降水分布具有明显的地域分区特征, 为精细化预报提供了支持。

表 2 2005 年试报质量评定

	修武		武陟		焦作		温县		孟州		沁阳		博爱		
	夜间	白天	夜间	白天	夜间	白天	夜间	白天	夜间	白天	夜间	白天	夜间	白天	
小雨	TS	0.43	0.47	0.46	0.42	0.48	0.52	0.46	0.41	0.44	0.36	0.48	0.40	0.46	0.38
	空报	0.38	0.36	0.31	0.35	0.22	0.34	0.31	0.27	0.28	0.25	0.31	0.27	0.25	0.32
	漏报	0.19	0.17	0.23	0.23	0.20	0.14	0.23	0.32	0.28	0.39	0.21	0.33	0.29	0.30
中雨	TS	0.36	0.32	0.34	0.38	0.46	0.58	0.40	0.57	0.40	0.45	0.42	0.45	0.42	0.46
	空报	0.33	0.35	0.24	0.30	0.28	0.22	0.27	0.23	0.31	0.24	0.33	0.25	0.30	0.21
	漏报	0.31	0.33	0.32	0.32	0.26	0.20	0.33	0.20	0.29	0.31	0.25	0.30	0.28	0.33
大雨	TS	0.40	0.33	0.50	0.35	0.43	0.50	0.50	0.43	0.50	0.33	0.42	0.50	0.50	0.43
	空报	0.30	0.33	0.25	0.33	0.29	0.25	0.28	0.14	0.25	0.34	0.29	0.25	0.33	0.43
	漏报	0.30	0.34	0.25	0.32	0.28	0.25	0.22	0.43	0.25	0.33	0.29	0.25	0.17	0.14
暴雨	TS	0.43	0.50	0.67	0.50	0.50	0.43	0.50	0.34	0.50	0.43	0.34	0.43	0.50	0.43
	空报	0.14	0.25	0.33	0.25	0.25	0.43	0.33	0.33	0.25	0.40	0.33	0.40	0.25	0.30
	漏报	0.43	0.25	0.00	0.25	0.25	0.14	0.17	0.33	0.25	0.17	0.33	0.17	0.25	0.27

(2) 计算机识别风预报场中的天气影响系统做降水预报, 与预报员分析思路一致, 便于直观检验, 有利于数值预报释用能力的提高。

(3) 应用显示基于风场影响系统识别开发的预报系统, 在降水精细预报中有较强的能力。其预报依赖于模式, 准确率将随模式水平的提高而提高。

局地天气过程的复杂性影响预报质量,

今后将把短期和临近预报相结合以提高精细化预报水平。本文所提出的方法仅仅为基层气象台站降水精细化预报提供一种思路。

参考文献

- 1 蒋乐贻, 黄炎, 姚祖庆. 地面形势识别在上海强对流预报中的应用 [J]. 气象, 2000, 26 (3): 28—32.
- 2 张玉玲, 武辉定, 王晓林. 数值天气预报 [M]. 北京: 科学出版社, 1987: 392—421.