

数值预报产品在三峡坝区初夏 强降水预报中的释用

宋春远 熊传辉 罗剑琴 饶传新 闫居玲 李 芳

(湖北省宜昌市气象局, 443000)

提 要: 利用 1992—2001 年 5—6 月期间日本数值预报产品(FSFE02、FSFE03)、宜昌单站探空资料以及单站大气能量资料,对照三峡气象站降水资料,从中找出相关性较好的预报因子,应用基于费歇准则的判别分析方法,建立三峡坝区初夏(5—6月)强降水预报模型,从而对日本数值预报产品进行释用。经 2002—2007 年预报检验,该模型预报准确率和概括率分别为 77%和 89%,预报效果较好。该预报模型具有一定的实用性。

关键词: 数值预报 能量 强降水 预报模型

Interpretation and Utilization of Numerical Prediction Products in Heavy Rainfall Prediction of the Three Gorges Dam Area in Early Summer

Song Chunyuan Xiong Chuanhui Luo Jianqing Rao Chuanxin Yan Juling Li Fang

(Yichang Meteorological Office of Hubei Province, 443000)

Abstract: The good relativity prediction factors are found from the data which include Japan's numerical prediction products (FSFE02、FSFE03) of May and June during 1992 to 2001, Yichang single-sounding station, the atmospheric energy and the Three Gorges Dam Area precipitation. The mathematical statistics method based on Fisher discriminate analysis is applied. Heavy precipitation model of the Three Gorges Dam Area in early summer (May to June) is established to interpretate and utilize the Japan's numerical prediction products. Through the forecast test during 2002—2007, the forecasting model accuracy and generalization rate are 77% and 89% respectively, the test result is satisfactory. The forecasting model has a certain practicability.

Key Words: numerical prediction energy heavy precipitation forecasting model

引言

日本细网格模式降水预报以其较为准确而在日常的短期天气预报中发挥了很好的指导作用。但还存在一些问题,如降水量级以及降水落区等均有一定偏差^[1-2],同时对于一般性降水空报较多,而对于小概率事件的强降水预报,误差更为明显。从日常的预报工作中体会到,大气能量对于局地强对流天气的分析和预报具有很好的实用意义^[3-5]。据位于长江三峡坝区的三峡气象站建站以来的资料分析,每年第一场强降水基本上都出现在初夏(5—6月)。初夏强降水出现频率较低,预报难度相对较大,对市内正在建设的长江三峡工程施工影响极大。因此,有针对性地研制三峡坝区初夏强降水预报工具也就显得十分重要。

数值预报将取代经验预报,这是气象事业发展的必然趋势。而目前对数值预报产品的释用研究表明其效果要好于模式直接输出预报^[6]。因此,我国气象工作者在对数值预报产品的释用方面做了大量的工作^[2,7-10]。本文主要是将日本数值预报产品与宜昌单站大气能量资料相结合,应用数理统计方法,建立三峡坝区初夏(5—6月)强降水预报模型,从而对数值预报产品进行释用。实践证明,该方法克服了初夏强降水预报单独使用一种预报工具之不足,起到了互补的作用,从而提高了三峡坝区初夏强降水预报的准确率,具有较好的实用性。

我们将三峡气象站 20 时至 20 时 24 小时降水量 $\geq 25\text{mm}$ 定为一次强降水过程。三峡气象站自 1992 年建站到 2001 年,5—6 月共出现 34 次日降水量 $\geq 25\text{mm}$ 的强降水过程,其分布情况为:5 月 18 次,6 月 16 次。其中一日最大降水量为 95.1mm(2001 年 6 月 28 日)。

1 基本资料及思路

基本资料由日本数值预报产品(FSFE02、FSFE03)、宜昌市气象台 08 时探空资料和基于宜昌探空资料计算的能量资料、三峡气象站降水资料等三部分组成,时间为 5—6 月,资料年代为 1992—2001 年。

在预报模型的研制过程中,我们既考虑到数值预报产品的指导意义,也考虑到大气能量在局地强对流天气的分析和预报中的实用意义及其二者的互补性。在统计方法上,基于强降水的出现与否可将资料简化为“0、1”即二分类预报这样一个思路,因而在整个预报因子筛选工作之后,将预报因子和预报对象进行“0、1”处理,使得统计工作更加简化,从而可引用基于费歇(Fisher)准则^[11]的判别分析方法制作出长江三峡坝区初夏强降水预报模型。

2 因子的选取

根据长江三峡坝区的地理位置选取关键区,即 $29^{\circ}\sim 32^{\circ}\text{N}$ 、 $108^{\circ}\sim 113^{\circ}\text{E}$,然后读取该区域日本细网格模式降水预报(FSFE02、FSFE03)值,与其他多个局地大气能量因子一起组成待选因子。将待选因子与三峡坝区强降水资料一一对应,并对降水资料进行“0、1”处理,通过筛选,最终得出预报因子,用 X 表示。下面用 $X_{(5)}$ 表示 5 月预报因子, $X_{(5)1}$ 表示 5 月第 1 个预报因子, $X_{(5)2}$ 表示 5 月第 2 个预报因子, $X_{(5)3}\dots\dots$ 。6 月类同。5 月和 6 月预报因子分别为:

5 月份: $X_{(5)1}$, K 指数 [$K = (T_{850} - T_{500}) + T_{d850} - (T - T_d)_{700}$]; $X_{(5)2}$, 500hPa 与 850hPa 假相当位温之差 ($\theta_{sc500-850}$); $X_{(5)3}$, 对流层云底以下气层平均总温度 T_c ; $X_{(5)4}$, 500hPa、700hPa、800hPa 三层平均比湿 Q_{3P} ;

$X_{(5)5}$, 关键区日本细网格模式 08 时 24 小时降水预报值(FSFE02、FSFE03 降水预报值之和)。

6 月份: $X_{(6)1}$, K 指数; $X_{(6)2}$, 500hPa 与 850hPa 假相当位温之差($\theta_{sc500-850}$); $X_{(6)3}$, 对流层云底以下气层平均总温度 T_c ; $X_{(6)4}$, 关键区日本细网格模式 08 时 12 小时降水预报值(FSFE02); $X_{(6)5}$, 关键区日本细网格模式 08 时 24 小时降水预报值(FSFE02、FSFE03 降水预报值之和)。

3 判别函数式的建立

按照计算方法^[12], 首先计算所有预报因子的分组(日降水量 $\geq 25\text{mm}$ 为 A 组, 日降水量 $< 25\text{mm}$ 为 B 组)均值 $\bar{X}_i(A)$ 和 $\bar{X}_i(B)$ 及组间距 d_i , 再计算各组相关矩和总的相关矩, 组成方差矩阵 \mathbf{S} 且求出 \mathbf{S} 的逆矩阵 \mathbf{C} , 然后求解线性方程组。

其向量形式为: $\mathbf{S}\mathbf{C}=\mathbf{D}$

其中 $\mathbf{C}=(c_1, c_2, \dots, c_p)'$, $\mathbf{D}=(d_1, d_2, \dots, d_p)'$, 从而可求出系数 $\mathbf{C}=\mathbf{S}^{-1}\mathbf{D}$, 组成判别函数式

$$I_d = \sum_{i=1}^p C_i X_i \quad (1)$$

经计算, 5—6 月的判别函数式分别为:

$$I_{d(5)} = 0.051X_{(5)1} + 0.0285X_{(5)2} + 0.0286 \times X_{(5)3} + 0.0264X_{(5)4} + 0.0372X_{(5)5} \quad (2)$$

$$I_{d(6)} = 0.0199X_{(6)1} + 0.0277X_{(6)2} + 0.015 \times X_{(6)3} - 0.0254X_{(6)4} + 0.009X_{(6)5} \quad (3)$$

4 判别临界值的确定

将 $Y \in A$ 和 $Y \in B$ 两类各月逐日各因子资料分别代入上述各月判别函数式, 可求出 $Y \in A$ 和 $Y \in B$ 两类各月判别函数值 $I_{d(A)}$ 和 $I_{d(B)}$, 然后分组求平均 $\bar{I}_{d(A)}$ 和 $\bar{I}_{d(B)}$, 最后根据公式:

$$I_0 = 1/n[n_1 \bar{I}_{d(A)} + n_2 \bar{I}_{d(B)}] \quad (4)$$

求出判别函数的临界值 I_0 , 式(4)中 n_1 和 n_2 分别为 n 个样本中预报对象 $Y \in A$ 和 $Y \in B$ 的样本数, 显然 I_0 在 $\bar{I}_{d(A)}$ 和 $\bar{I}_{d(B)}$ 之间。

将 5—6 月逐日预报因子分别代入各月判别函数式, 即可得到各月逐日判别函数值 I_{d_i} , 当 $I_{d_i} \geq I_0$ 则判别 $Y \in A$, 即预报未来 24 小时有 $\geq 25\text{mm}$ 的强降水, 反之则 $Y \in B$, 即预报未来 24 小时无 $\geq 25\text{mm}$ 的强降水。

预报工作的实践证明, 采用判错最少的原则去确定 I_0 , 要比理论中的确定方法更合理一些。根据上述原则, 各月判别临界值分别为: $I_{0(5)}=0.0922$, 消空条件: (1) 预报日当天已出现 $\geq 25\text{mm}$ 的强降水, (2) $2.3 < A$ 指数 $< 12.2\{A=(T_{850}-T_{500})-[(T-T_d)_{850} + (T-T_d)_{700} + (T-T_d)_{500}]\}$ 。 $I_{0(6)}=0.0681$, 消空条件: (1) 潜在不稳定能量 $0.1 \leq S_2 \leq 35.1$ [S_2 即单站总能量垂直廓线图上, 饱和总温度(T_s)和过程曲线(根据总温度 T_i 的守恒性质, 令气块从行星边界层 900hPa 附近上升, 则气块的过程曲线就是由 T_{t900} 决定的铅直线)所围面积, 也即正超能区面积, 它表示了潜在不稳定能量的大小], (2) $34.5 \leq K$ 指数 ≤ 35.7 。

5 模型效果检验及应用

三峡坝区 1992—2001 年 5—6 月共出现 $\geq 25\text{mm}$ 的强降水 34 次, 报对 29 次, 漏报 5 次, 空报 1 次。将 5 月和 6 月的预报因子分别回代到式(2)和式(3)中, 其结果见表 1。

表 1 1992—2001 年三峡坝区初夏强降水预报模型回代效果

时间/月	出现次数/次	报对次数/次	漏报次数/次	空报次数/次	回代率/%	概括率/%
5	18	15	3	0	83	83
6	16	14	2	1	82	88
5—6	34	29	5	1	83	85

由表 1 可见, 该模型回代准确率各月均在 80% 以上。其总体历史回代准确率达到

了83%,较为理想,历史概括率为85%。

将该预报模型应用于2002—2007年三峡坝区预报,经检验,三峡坝区2002—2007年初夏共出现 $\geq 25\text{mm}$ 的强降水19次,报对17次,漏报2次,空报3次。预报准确率和概括率分别为77%和89%(表2)。

表2 2002—2007年三峡坝区初夏强降水
预报模型预报检验

时间/ 月	出现 次数/ 次	报对 次数/ 次	漏报 次数/ 次	空报 次数/ 次	准确 率/%	概括 率/%
5	11	9	2	1	75	82
6	8	8	0	2	80	100
5—6	19	17	2	3	77	89

由表2可见,该预报模型在三峡坝区初夏强降水预报中的准确率和概括率较为理想。对三峡坝区初夏强降水预报具有一定的实用性。

6 结语

初夏强降水属小概率事件,预报难度相对较大。由于三峡气象站建站时间不长,资料年代较短,个例较少,因而在预报的准确率和概括率上,都还带有一定的不稳定性,尤其是在对于临界值的确定上,在应用中还需根据预报情况不断进行修正。这些都表明该预报模型还有待于在应用中逐步改进、完善。

参考文献

- [1] 吕江津,王庆元,杨晓君. 海河流域一次大到暴雨天气过程的预报分析[J]. 气象,2007,33(10):52-60.
- [2] 罗剑琴,毛以伟,饶传新,等. 三种数值预报产品在清江流域面雨量预报中的释用[J]. 湖北气象,1999,(2):29-32.
- [3] 关世雄,宋春远,于大峰,等. 1998年清江流域主汛期四次致洪暴雨天气分析[C]. 天气预报技术论文集. 北京:气象出版社,1999:119-123.
- [4] 施望之,祁东平,王丽,等. 一次暴雨空报的诊断分析[J]. 气象,2007,33(5):56-61.
- [5] 关世雄,宋春远. 副热带高压西北边缘一次连续暴雨天气分析[J]. 湖北气象,1996,(3):5-7.
- [6] 刘还珠,赵声蓉,陆志善,等. 国家气象中心气象要素的客观预报—MOS系统[J]. 应用气象学报,2004,15(2):181-191.
- [7] 周雨华,毛亮,何正阳,等. 数值预报产品在2002年汛期暴雨预报中的应用[J]. 气象,2003,29(11):41-44.
- [8] 李才媛,宋清翠,金琪. 短期强降水面雨量预报与T213产品的天气学释用[J]. 气象,2003,29(3):27-31.
- [9] 张德山,邵明轩,穆启占,等. 密云水库流域性暴雨的短期预报方法研究[J]. 气象,2006,32(11):61-66.
- [10] 熊秋芬,王丽,郑启松,等. 三峡区间面雨量预报方法及其预报试验[J]. 气象,2000,26(10):19-23.
- [11] 王得民,孙照渤,施能,等. 判别分析、气象统计预报[M]. 南京气象学院,1980:57.
- [12] 王宗皓,李麦村. 判别分析. 天气预报中的概率统计方法[M]. 北京:科学出版社,1974:105-107.