

三峡坝区强降水过程 6~12 小时 综合预报方法^①

何明琼 居志刚 陈少平

(湖北宜昌市气象局, 443000)

提 要

为了满足长江三峡水利枢纽施工需要, 开展了三峡坝区降水预报研究。在对三峡坝区强降水过程进行仔细分析的基础上, 得出了有关统计规律, 应用日本数值降水预报产品、卫星云图、雷达回波资料及天气学经验, 逐步形成了一套 6~12 小时强降水过程综合预报方法。1999 年试用表明, 该方法对三峡坝区的强降水过程预报具有一定的实用性。

关键词: 三峡坝区 强降水过程 6~12 小时 预报

引 言

举世瞩目的三峡水利枢纽工程建于宜昌市境内的宜昌县三斗坪, 该地属鄂西山地到江汉平原的过渡地带。复杂的地形地貌, 孕

育了复杂的天气, 强降水过程、短时雷雨大风等灾害天气多发。为了防止暴雨灾害, 三峡总公司和施工单位需要一个准确的有一定时效的预报结论进行施工安排, 因此预报结

^①中国气象局科技研究项目“三峡坝区降水及暴雨天气预报方法的开发研究”资助。

论的对错实际上影响工期、质量、成本、经济损失等。短期预报的时效虽长,但对暴雨的预报能力有限,具体应用时难度较大;短时预报准确率虽高,但时效短,对浩大的三峡工程有来不及应对的问题。为了搞好工程的气象保障服务,有必要建立一套强降水过程预报工具,特别是准确率较高的6~12小时预报方法,以弥补短期对强降水过程预报能力的限制和3小时短时预报时效短等方面的不足。

1 资料

根据三峡工程建设部门的要求,并结合气象部门的研究特点,将强降水过程定义为:(1)1小时降水 $\geq 20\text{mm}$; (2)6小时降水 $\geq 50\text{mm}$ 。

使用的资料包括:

(1)常规高空、地面天气图;(2)GMS-5卫星云图;(3)日本细网格模式数值预报图,图号及预报内容如表1。

表1 传真图号对照表

图号	预报内容	简称
FSFE02	12~24小时降水量	图(a)
FSFE03	24~36小时降水量	图(b)
FXFE782	850hPa风场、700hPa垂直速度场	图(c)

2 施工区强降水过程时间分布特征

位于三峡工程施工区内的三峡气象站建于1992年,对建站以来的资料进行分析,发现1992~1998年1小时降水 $\geq 20\text{mm}$ 的次数共27次,平均每年4次;6小时降水 $\geq 50\text{mm}$ 的次数较少,共7次,年平均只有1次。由于样本的关系,这里以1小时降水 $\geq 20\text{mm}$ 的降水过程为主,对施工区的强降水过程进行统计分析。

2.1 施工区短时强降水过程月际分布特征

图1给出1小时降水量 $\geq 20\text{mm}$ 的短时强降水过程的月际分布,从图1可见,施工

区强降水过程月际分布差异较大,5~8月为强降水过程集中发生时段,占总次数的88.9%,是预报服务的重点;10~12月及1~3月基本无强降水过程发生。

2.2 施工区强降水过程的日变化特征

图2给出强降水过程逐小时的分布情况,图2表明,施工区强降水过程具有明显的日变化特征,有两个高发时段,15时至次日01时为主要发生时段,占发生总次数的81.5%;而01~05时、10~15时较少发生强降水过程。15~20时强降水过程多发与热力条件充沛、能量充足有关;20时至次日01时强降水过程多发与鄂西南地区准定常涡旋作用有关。

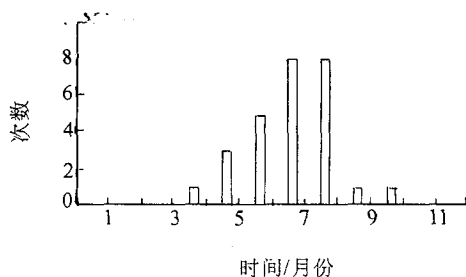


图1 三峡坝区1小时降水 $\geq 20\text{mm}$ 过程的月际分布

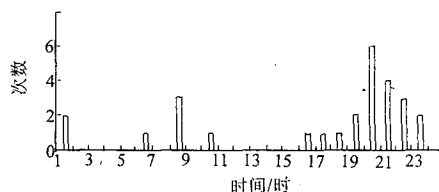


图2 三峡坝区1小时降水 $\geq 20\text{mm}$ 过程的日变化

3 短时强降水过程卫星云图特征

已有的研究表明,暴雨和强对流是在几种尺度系统相互作用情况下发生发展的。也就是在一定的大尺度环流形势下,由嵌入在天气尺度系统中的中小尺度系统直接造成的。依靠现有的常规气象观测受系统的时空

分辨率所限,难以抓住这类中尺度系统,气象卫星观测展示出了大气中各种尺度天气系统的发生、发展和消亡等演变过程。分析1998年5月1日至9月30日GMS-5卫星云图特征,并结合天气形势,可以看到:

(1)在梅雨季节,四川盆地常有低涡生成。卫星云图上四川盆地有涡旋云系东移时,则表明低涡也在移动,云系的移向代表低涡的移向。当云系东移影响三峡工程施工区或云系主体偏北,即施工区处于云系南部边缘时,往往能引起施工区较强的降水;当云系主体偏南,即施工区处于云团北部边缘时,则降水相对较弱。

(2)在盛夏季节,具备一定的天气条件,如低涡、切变、冷锋和处副高外围时,暴雨云团一般在午后生成,影响时间一般是午后到上半夜。

(3)仅有冷锋和切变产生强降水过程的概率较小。在东移低涡的配合下,强降水过程发生的概率明显加大。而低涡移出时,没有冷锋,施工区也能产生较强的降水。

可见,当四川盆地有涡旋云系东移,且三峡坝区处于云系南部边缘时,三峡工程施工区易出现强降水过程。

4 强降水过程6~12小时预报

卫星云图的接收、数值预报产品的利用使强降水过程的短时预报成为可能。对强降水过程的6~12小时预报主要利用常规天气图、卫星云图产品及预报准确率较高的日本细网格模式数值预报要素场综合考虑。

4.1 强降水过程的天气学背景

普查强降水过程发生前天气形势特征发现,500hPa天气形势具有如下特征:

(1)500hPa中高纬40~55°N、80~120°E区间内有深槽(槽线上有四条或以上等值线穿过),槽线在90~120°E之间,有时在35~43°N、95~105°E区间内(青海湖附近)有低值系统配合;

(2)500hPa北京、西安、玉树(拉萨北部)一线与宜昌间有切变,即地面冷空气从偏东路南下,500hPa河套东部偏北气流与副高外围偏南气流在宜昌北部形成切变。

根据强降水过程月际变化(即5~8月多发)及日变化(即15~20时、20时~次日01时多发)的特征,确定研究时段为:5~8月。

滚动发布短时强降水过程预报时间为:每日09时发布;预报时段为当日15~21时,起始场为前一日20时;每日15时30分发布,预报时段为当日21时30分至次日03时30分,起始场为当日08时。

4.2 施工区强降水过程预报方程

(1) 预报因子

对1992~1998年强降水过程进行普查分析,选取日常应用中预报效果较好的因子与施工区24小时降水量建立回归关系。经过逐步回归判别,确定选取的因子为: x_1 :图(a)中雨量预报值; x_2 :图(b)中雨量预报值; x_3 :图(c)中宜昌与安康之间或宜昌与芷江之间是否有切变;有切变,则令 $x_3 = 1$,反之,令 $x_3 = 0$ 。

图(a)、图(b)中雨量预报值采取人工读数的方法读取;传真图读取范围(即关键区)为图中A、B、C三点连线区域;A为汉江与110°E的交点,B为长江中上游与30°N的交点,C为长江中下游与30°N的交点。 x_1 、 x_2 取值规则如表2、表3。

表2 x_1 取值标准

x_1	图(a)关键区降水预报情况
0	图(a)预报无雨
1	图(a)预报在雨区范围内,关键区内最大雨量<10mm
2	图(a)预报在雨区范围内,关键区内10mm≤最大雨量<15mm
3	图(a)预报在雨区范围内,关键区内最大雨量≥15mm

(2) 预报方程

5、6月预报方程:

$$y = -0.036 + 0.435x_1 + 0.368x_2 + 0.219x_3$$

$y < 0.77$ 时, 预报三峡工程施工区 20~20 时无雨, 准确率为 $75/(75+14)=84.2\%$; 预报施工区无短时强降水过程发生, 准确率为 $88/(75+14)=98.9\%$ 。

表3 x_2 取值标准

x_2	图(a)关键区降水预报情况
0	图(b)预报无雨
1	图(b)预报在雨区范围内, 关键区内最大雨量 $<10\text{mm}$
2	图(b)预报在雨区范围内, 关键区内 $10\text{mm} \leq \text{最大雨量} < 15\text{mm}$
3	图(b)预报在雨区范围内, 关键区内最大雨量 $\geq 15\text{mm}$

注: “在雨区范围内”包括关键区处于 0mm 等值线边缘。

$y > 1.7$ 为施工区出现 24 小时降水 $\geq 38.0\text{mm}$ (即大到暴雨) 的必要条件。

7、8 月预报方程:

$$y = 0.264 + 0.304x_1 + 0.213x_2 + 0.409x_3$$

$y < 0.78$ 时, 预报三峡工程施工区 20~20 时无雨, 其准确率为 $37/(7+37)=84.1\%$; 预报施工区无短时强降水过程发生, 准确率为 100%。

$y \geq 1.4$ 为施工区出现短时强降水、且 20~20 时累积雨量超过 38.0mm 的必要条件。

5 有短时强降水发生、累积雨量 $\geq 38.0\text{mm}$ 的降水过程预报方法及预报流程

由于夏季强降水过程的发生具有局地性、骤发性强等特点, 因此单一预报方法或方程很难作出可信度高的预报, 必须将多种方法或工具综合使用。

对短时强降水过程的预报, 除应用上述预报方程结果外, 还结合 500hPa 环流背景、卫星云图上云团的生消演变等一并考虑, 其预报流程如图 3。

6 预报方法试用评价

1999 年 5~8 月三峡坝区出现四次雨量 $\geq 38.0\text{mm}$ (20~20 时) 的大到暴雨过程, 其中, 预报正确两次, 漏报一次, 无空报, 成功率为 66.7%, 评定结果见表 4。

表4 1999 年 5~8 月三峡坝区主要降水过程及预报评定

日期	次日 24 小时 雨量/mm	y 值	综合预报	评定结果
5 月 20 日	49.4	2.01	中到大雨	不评
6 月 25 日	50.8	1.06	中到大雨	漏报
7 月 6 日	60.1	1.49	大到暴雨	正确
7 月 15 日	51.2	2.01	大到暴雨	正确

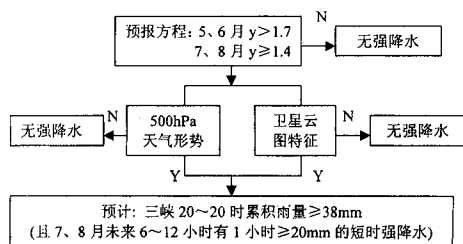


图3 三峡坝区强降水过程的预报流程

7 小 结

试用结果表明:

(1) 上述预报方程对三峡坝区的强降水过程具有一定的指示意义, 即 5、6 月强降水发生时, $y > 1.7$; 7、8 月强降水发生时, $y \geq 1.4$, 实际应用中, 一旦满足这一条件, 再结合天气学环流背景、卫星云图资料等信息, 即可对坝区的强降水过程作出较准确的预报。

(2) 三峡坝区若无雨, 上述预报方程亦有明显的反应。即 5、6 月 $y < 0.77$ 及 7、8 月 $y < 0.78$ 时, 三峡坝区次日无雨。1999 年 5~8 月预报坝区无雨 54 次, 正确 49 次, 准确率为 90.7%。

(3) 日本数值降水预报图 FSFE02、FSFE03 对三峡坝区的降水过程具有较好的预报能力, 对 10mm 以上的降水过程很少漏报, 即预报图若预报坝区无雨, 坝区实况则为无雨, 即使有雨, 雨量将不超过 10mm。坝区发生强降水过程前, 在坝区南部即 30°N 、 110°E 附近一般预报有 $\geq 10\text{mm}$ 的降水中心出现, 即一旦 30°N 、 110°E 附近预报有大的降水中心, 需提防三峡坝区可能有强降水产生。

(下转第 56 页)

6—12 Hours Synthesis Forecast Method for Strong Rainfall in Sanxia Dam Region

He Mingqiong Ju Zhigang Chen Shaoping

(Meteorological Office of Yichang City, Hubei Province, 443000)

Abstract

In order to satisfy the demand of Sanxia Dam irrigation works construction, the research on rainfall forecast for the Dam region was conducted. The strong rainfall process in Sanxia Dam region was analysed and some relative statistics laws were summarized. On this basis a 6—12 hours synthesis forecast method for strong rainfall process was obtained by utilizing numerical products of rainfall prediction from Japan, satellite pictures, radar data and synoptic experience. The experiment in 1999 shows that the method is effective certainly for forecasting the strong rainfall process which affected the Dam region.

Key Words: Sanxia Dam strong rainfall process 6—12 hours rainfall forecast