

长江上游流域短期强降水面雨量预报系统^①

李才媛 王仁乔 王 丽 王登炎
金 琪 熊秋芬 宋清翠 李德俊

(武汉中心气象台, 430074)

提 要

介绍了长江上游流域短期强降水面雨量预报系统的结构、运行情况及功能。简单叙述了制作强降水面雨量的各种预报方法。

关键词: 强降水面雨量 预报系统 预报方法

引 言

建立长江上游流域短期强降水面雨量($\geq 20\text{mm}$)预报系统,制作六大流域(岷沱江流域、嘉陵江流域、乌江流域、宜宾到重庆区间流域、重庆到万县区间流域、万县到宜昌区间流域)强降水面雨量预报,可为长江三峡工程建设、长江中上游防汛提供科学的气象决策依据。

该系统由数据处理、预报方法研究、最佳预报模型评定、实时业务运行等几个部分构成。采用综合统计预报模型、卫星云图定量

预报模型、人工神经网络预报模型和天气学预报模型四种方法制作六大流域强降水面雨量预报,实时评定最佳预报模型,通过预报业务工作平台,输出四个模型预报结果和最佳模型预报结果,供用户使用。该系统 2002 年 6 月 1 日正式投入业务试运行,运转正常,预报效果良好。

1 系统结构

图 1 为长江上游流域短期强降水面雨量预报系统结构图,从图中可看到系统由数据处理、预报模型计算、预报输出及评定三个主

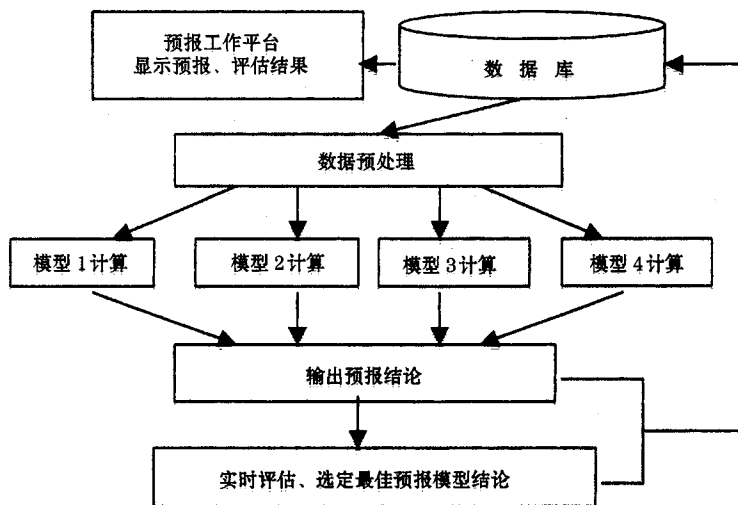


图 1 系统结构图

^① 中国气象局三峡气象保障服务项目资助。

要部分组成。

1.1 数据处理

资料主要有:六大流域逐日降水量;500、700、850hPa 和地面等层次天气图;红外、可见光卫星云图;MAPS(武汉区域气象中心数值预报模式)、ECMWF(欧洲气象中心数值预报模式)、T106 和 T213(北京气象中心数值预报模式)等数值预报产品。

主要配置文件有:六大流域气象测站详细资料文件;天气指标站详细资料文件;数值预报产品六大流域范围格点经纬度文件;有关模型路径文件等等。

资料预处理主要软件有:面雨量计算程序、不同数值预报产品插值软件、常规天气图资料处理软件、卫星云图预处理软件、各类资料入、出口处理软件等等。

所有资料存放数据库,经预处理,供各预报模型调用。

1.2 预报模型计算

图1中模型1为卫星云图定量预报模型(YT);模型2为综合统计预报模型(ZH);模型3为人工神经网络模型(SJ);模型4为天气学模型(TQ)。四个模型使用的资料从数据库提取,模型计算独立进行,预报结论送回数据库,在预报工作平台上显示。

1.3 实时评估、选定最佳预报模型

各预报模型同时并行运转,逐日自动动态评估模型的优劣,根据模型前期表现,选定最佳预报模型,并将评估结果和最佳预报模型结论送数据库,由预报工作平台调用、显示。

2 预报方法简介

为了更好地制作强降水面雨量预报,我们采用动力学、统计学、天气学、卫星气象学等技术方法,在 Windows2000 操作系统下,使用 Visual Fortran 5.0 或 Visual C++ 6.0 语言设计,分别建立了六大流域不同时段的预报模型。

2.1 卫星云图定量预报模型

根据数值预报对雨量的落区预报结果,用卫星云图、模式识别预报雨量极值,对数值

预报雨量极值进行订正。用变分法^[1,2]使得订正预报与未订正场之间的泛函达最小,求得预报场,从而做出六大流域强降水面雨量预报。

使用资料:兰勃脱(LAMBERT)投影的可见光及红外云图资料、MAPS 降水量资料或 T213 降水量资料(互为备用)。

基本步骤:(1)建立强降水卫星云图模型。普查卫星云图历史资料,得到上游流域强降水极值大于等于 50、100、150、200mm 卫星云图模型。(2)卫星云图模式识别。用云分类和句法方法(即将云图模型变成模型—云系—基元—云素)对卫星云图模型进行识别,得到上游流域强降水极值。(3)建立降水量订正场。对 MAPS(或 T213 产品)的降水量进行订正,使之与卫星云图得到的极值一致,生成降水量订正场。(4)变分计算。用变分法得到预报场,使 MAPS 降水量和订正场以及和 MAPS 降水梯度之间的泛函达最小。

预报结果输出:0~12 小时 $\geq 15\text{mm}$ 面雨量预报;0~24 小时和 24~48 小时的 20~30mm、30~50mm、50mm 以上 3 个等级面雨量预报。

2.2 综合统计预报模型

将 PP 预报法、MOS 预报、天气学经验预报以及诊断分析相结合,建立综合统计预报模型,提高了统计预报模型性能。

使用资料:30 年以上历史降水量资料、天气图资料,3 年左右 ECMWF 资料、MAPS 降水量预报和 T213 资料(互为备用)。

基本步骤:(1)建立消空指标库,对样本资料进行过滤。(2)组建 PP 法预报因子 X_1 。使用欧洲中心数值预报产品,建立六大流域不同时段 PP 法方程,计算输出的预报量系列即为 X_1 。(3)挑选组合因子 X_2 、 X_3 。将历史天气图资料,通过分析、归纳、总结,获取多种有物理意义,符合天气学规律的经验指标,经简单算术运算后作为组合因子,通过求相关予以挑选,得到 X_2 、 X_3 。(4)获取数值预报产品降水量预报场因子 X_4 。将

T213、MAPS 降水量预报场计算为各流域面雨量,得到因子 X_4 。(5)由 X_1 、 X_2 、 X_3 、 X_4 , 利用逐步回归方法建立不同季节综合统计预报模型。

2.3 人工神经网络模型

以 MAPS、ECMWF、T106(T213)等数值预报产品的降水量预报场、物理量预报场为基础,运用人工神经网络方法^[3,4],建立了六大流域短期面雨量预报模型。

使用资料:MAPS 面雨量预报值、T106(T213)预报模式的 850hPa 相对湿度及欧洲中心的 500hPa 高度场和 850hPa 风场等。

基本步骤:(1)收集、整理、分析历史降水量资料、数值预报产品资料。(2)挑选预报因子。(3)建立人工神经网络预报模型,计算拟合率。将 1998~2000 年 3~11 月的预报因子回代到模型中,得各流域的拟合率在 50~72% 之间。

2.4 天气学模型

通过分析历史资料,在充分了解强降水时空分布和气候背景的前提下,结合预报员的经验,分析六大流域所在区域强降水发生的天气学规律,归纳总结 50mm 以上降水的天气学模型,以专家系统方式自动输出强降水面雨量(有无 ≥ 50 mm)预报。采用天气学模型方法是为了弥补数值预报产品对特强降水预报能力的不足。

使用资料:30 年以上的历史降水量和常规天气图资料;实时天气图资料和 T213 产品 12 小时、36 小时基本形势预告场资料。

基本步骤:(1)挑选建模个例。根据历史降水资料,查找六大流域所在区域 50mm 以上的降水个例。(2)分析影响系统。针对降水个例,翻阅历史天气图,分析强降水影响系统,根据系统建立不同天气模型。(3)建立预报指标。针对天气模型找出预报指标。(4)实现天气学模型的客观化。完成预报指标与实时资料的接口,实现预报指标的自动判别并输出预报结果。

预报结果输出:0~24 小时、24~48 小时

50mm 以上面雨量有无预报。

3 最佳预报模型评定

根据评分规定,设计预报模型评定软件。在多种预报模型同时并行运行的情况下,滚动输出各预报模型的分流域、分时段评定结果,比较预报模型优劣,选出最佳模型并输出其预报结论。

由于天气学模型只判别有无 50mm 特强面雨量降水,因此,仅参加成绩评定,不参加最佳模型挑选。

4 业务试运行

在业务工作平面后台设立上游流域短期强降水面雨量预报系统 UVSPP (Upriver Valley Strong Precipitation Prediction) 专用目录,并分别设有模型 1 至模型 4 下级目录:YT、ZH、SJ、TQ,其中存放各个模型的源程序、执行程序 and 配置文件;PF 目录中存放评分、最佳模型评定软件;RESUIT 目录中存放前述五个目录的预报结论,以便于用户集中查寻和检验。图 2 即为 UVSPP 中目录结构示意图。

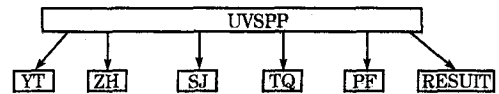


图 2 UVSPP 中目录结构示意图

2002 年 6 月 1 日系统正式启用,每日各模型及评定软件定时按计划运行,计算结果送 RESUIT 目录供预报平台调用,系统运转至今,情况良好。

5 预报结果检验

2002 年 6~12 月六大流域实况共出现 46 次 ≥ 20 mm 强降水面雨量日,以最佳模型预报结果为准,提前 24 小时预报出 38 次强降水,提前 48 小时预报出 29 次,可见,该系统对强降水过程有较好的预报能力,具体情况为: ≥ 20 mm 以上强降水岷沱江流域共出现 5 次,24 小时预报出 4 次,48 小时预报出 2 次;嘉陵江流域出现 5 次,24 小时预报出 3 次,48 小时预报出 3 次;乌江流域出现 9 次,24 小时、48 小时 9 次都作出了预报;宜宾~重庆区间流域出现 9 次,24 小时预报出 4

次,48小时预报出2次;重庆~万县出现9次,24小时预报出9次,48小时预报出6次;万县~宜昌出现9次,24小时预报出9次,48小时预报出7次。

2002年六大流域没有出现 $\geq 50\text{mm}$ 强降水水面雨量,天气学方法预报无 $\geq 50\text{mm}$ 强降水,与实况一致。

参考文献

- 1 王登炎.暴雨分级卫星云图模型和模式识别.热带气象学报,2001,17(3):22~24.
- 2 Ninomiya. K, et al. Objective analysis of heavy rainfall based on radar and gauge measurement. Journal of Meteorological Society of Japan, 1987, 56(3).
- 3 史忠科.神经网络控制理论.西北工业大学出版社,1997.
- 4 胡江林.神经网络模型用于湖北月降水量预报的探讨.武汉:暴雨·灾害,1999,(1).

Short-range Heavy Area Rainfall Prediction System of the Upper Reaches of Changjiang River

Li Caiyuan Wang Renqiao Wang Li Wang Dengyan

Jin Qi Xiong Qiufen Song Qincui Li Dejun

(Wuhan Central Meteorological Observatory, 430074)

Abstract

The structure, running, and function of the short-range heavy area rainfall prediction system over the upper reaches of the Changjiang River are introduced, respectively. Every method of heavy rainfall forecasting is simply depicted.

Key Words: heavy area rainfall prediction system and method the upper reaches of the Changjiang River