

应用最优化订正法制作长江上游面雨量预报^①

周筱兰 张礼平 王仁乔 顾永刚

(武汉中心气象台,430074)

提 要

利用最优化订正法,通过对 MAPS 数值降水预报进行订正,制作长江上游六大流域短期面雨量预报。2002 年 6~10 月业务试验表明,长江上游六大流域平均的常规降水面雨量预报准确率比 MAPS 高 15% 左右,强降水面雨量预报准确率比 MAPS 高 19% 左右,强降水天气过程的击中率为 48% 左右,取得了较好的效果。

关键词: 最优化订正法 MAPS 六大流域 面雨量预报

引 言

在我国长江上分布着许多全国重点水库,它们在人们的日常生活和国民经济活动中起着越来越大的作用,正在修建的三峡水库就将承担我国华中、华东等地的供电和防汛任务。每当汛期来临,长江流域中上游频繁发生的暴雨和大暴雨天气过程极易形成洪峰,导致洪水泛滥,给水库的防汛防洪和电力调度带来极大困难。因此,流域面雨量预报已成为指挥防洪抗洪、水库调度的重要依据之一,是水文和防汛部门十分需要的气象预报产品。随着数值预报产品在日常预报业务中的广泛应用,如何提高数值预报产品对流

域面雨量预报的使用价值就显得尤为重要。通常经过选用的数值降水预报,虽然在业务应用中具有一定的效果,但仍然误差较大。基于这种格点的降水预报,可以通过对历史资料的误差统计和订正,来制作长江上游六大流域短期面雨量预报。

1 资料

1.1 资料说明

MAPS: 武汉暴雨研究所数值预报模式。

资料范围: 上游流域范围内(25~36°N、95~113°E)。

格距: 0.5×0.5°。

常规降水面雨量预报: 指 0.0mm 以上

^① 中国气象局三峡保障服务项目资助。

的面雨量预报。

强降水面雨量预报:指 20.0mm 以上的面雨量预报。

强降水天气过程的击中率:对实况为强降水天气过程的预报准确率。即:预报正确次数/实况出现总次数。

六大流域:岷沱江(MT)、嘉陵江(JL)、乌江(WJ)、宜宾到重庆(YC)、重庆到万县(CW)、万县到宜昌(WY)。

1.2 资料的整理

1.2.1 历史实况面雨量资料的整理

将 1998~2001 年六大流域的测站逐日历史降水量经过算术平均,得到上述每年逐日的六大流域实况面雨量。对六大流域面雨量的计算:岷沱江流域面雨量=68 个站点的雨量总和/68;嘉陵江流域面雨量=42 个站点的雨量总和/42;宜宾~重庆流域面雨量=20 个站点的雨量总和/21;重庆~万县流域面雨量=9 个站点的雨量总和/9;乌江流域面雨量=39 个站点的雨量总和/39;万县~宜昌流域面雨量=10 个站点的雨量总和/10。

1.2.2 MAPS 降水预报资料的整理

用 MAPS 20 时的 E 时次(12~24 小时)的预报场资料,作为 0~12 小时的六大流域常规面雨量预报初始场资料。

用 MAPS 20 时的 E 时次(12~24 小时)和 G 时次(24~36 小时)的预报场资料相加,得到第 1 天 08 时~08 时的预报场资料,作为 0~24 小时的六大流域常规面雨量预报初始场资料。

用 MAPS 20 时的 I 时次(36~48 小时)和 J 时次(48~60 小时)的预报场资料相加,得到第 2 天 08 时~08 时的预报场资料,作为 24~48 小时的六大流域常规面雨量预报初始场资料。

2 最优化订正法方法简介

根据文献[1]采用最优化订正法对 MAPS 产品进行订正。

2.1 构造六大流域面雨量的线型函数

对于第 i 个流域,选取 MAPS 所有格点

($25 \times 51 = 1275$ 个)预报值 R_{ik} ($m = 1, \dots, 1275$), 构造这个流域的面雨量预报的线型函数, $R_i = a_{i0} + \sum_{k=1}^m a_{ik} R_{ik}$, 其中 $a_{i0}, a_{i1}, \dots, a_{im}$ 为待定系数。

2.2 确定目标函数

目标函数定义为: $S = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n TS_i(R_i)$, 其中, S 为 n 次预报的平均 TS 评分水平, 我们自然希望 $S \rightarrow \max$ 。由上两式可知, S 是 $a_{i0}, a_{i1}, \dots, a_{im}$ 的函数, 当 $a_{i0}, a_{i1}, \dots, a_{im}$ 取一组不同的值时, S 是不同的。现在的问题是, 我们如何选择适当的 $a_{i0}, a_{i1}, \dots, a_{im}$, 使得平均的 TS 水平最高, 也即 TS 最大。这就是数学上称为“无约束最优化问题”, 其数学模型如下: $\text{opti}S(a_{i0}, a_{i1}, \dots, a_{im})$, 式中 opti 表示最优值。即:在计算中, 去掉其中最差的点, 代之新的点, 逐步逼近最优点。

2.3 面雨量计算

将六大流域近几年的历史面雨量降水实况、数值预报格点值代入上述两方程, n 取 30~40, 在 TS 评分最大意义下, 运用最优化技术, 确定各大流域的 m 个待定系数 $a_{i0}, a_{i1}, \dots, a_{im}$, 共得出三峡上游六大流域 3 个时段内的 $1275 \times 3 = 3825$ 个系数, 计算出各时段各流域内的面雨量预报。它对模式误差进行了订正。模型分月进行(共 12 个), 以去掉季节误差。

3 历史拟合率

将 1998~2001 年 4 年资料代入预报模型, 计算得各月的常规降水预报历史拟合率见表 1。

表 1 1998~2001 年 1~12 月各月
六大流域平均拟合率/%

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0~24h	87	85	86	84	80	79	76	81	83	84	85	81
24~48h	82	82	85	81	82	78	77	83	84	86	82	85

4 试报结果

4.1 评定方法约定

(1) 对面雨量 $\leq 20.0\text{mm}$ 的准确率 TS 的计算方法如表 2 所示。

表2 面雨量 $\leq 20\text{mm}$ 的TS评定方法

预报值/mm	实况/mm	TS/%
	0.0~9.9	100
0.0~9.9	10.0~19.9	50
	≥ 20.0	0
10.0~19.9	0.0~9.9	50
	10.0~19.9	100
	≥ 20.0	0

(2)对强降水(面雨量 $\geq 20.0\text{mm}$)准确率TS的计算方法为:若预报值 ≥ 20.0 ,实况为0.0~9.9,则TS=0;实况为10.0~19.9,则TS=0.60;实况为 ≥ 20.0 ,则TS=100。

4.2 6~10月预报效果检验

(1)2002年6~10月对这个方法进行了业务自动试运行,常规降水水面雨量($\geq 0.0\text{mm}$)预报准确率如表3所示,暴雨(面雨量 $\geq 20.0\text{mm}$)预报准确率如表4所示。

表3 最优化订正法和MAPS六大流域平均的常规降水水面雨量预报准确率比较/%

		6月	7月	8月	9月	10月	6~10月平均
24h	最优化	78.5	87.1	92.5	86.7	86.3	86.2
	MAPS	57.8	61.2	73.5	67.2	74.2	66.8
48h	最优化	71.4	83.1	88.7	86.0	91.2	84.1
	MAPS	60.1	71.2	70.5	75.2	78.3	71.1

由表3和表4可见,本方法对六大流域面雨量的预报基于MAPS数值预报产品,但却比MAPS提高了预报准确率。常规降水水面雨量预报准确率0~24小时比MAPS高19.4%、24~48小时比MAPS高13.0%。

强降水水面雨量0~24小时预报准确率均比MAPS高19.3%;24~48小时预报准确率均比MAPS高19.6%。由此表明,该方法对六大流域面雨量的预报能力较MAPS有较大提高。

表4 最优化订正法和MAPS六大流域平均的强降水水面雨量预报准确率比较/%

		6月	7月	8月	9月	10月	6~10月平均
24h	最优化	33.5	30.5	46.8	50.0	48.0	41.8
	MAPS	24.6	17.1	39.4	11.8	19.6	22.5
48h	最优化	27.1	25.5	31.3	50.0	60.0	33.8
	MAPS	16.2	13.3	0.0	0.0	18.6	19.2

(2)该方法对强降水天气过程的预报能力较高,6~10月六大流域实况共出现40次暴雨,0~24小时共预报出19次暴雨,24~48小时共预报出18次暴雨,击中率分别为48%(实况出现40场,预报正确19场,击中率为19/40)和45%,漏报率几乎为0%(有2次预报有 $\geq 20.0\text{mm}$,实况出现19.5mm左右,几乎正确),取得了较明显的预报效果。

(3)6~10月0~24小时沱江共出现3次暴雨,预报出3场,万县~宜昌共出现4次暴雨,预报出4场,可见,本方法对面积较小的流域的强降水水面雨量预报的准确率也较高。

参考文献

- 张礼平等. 优化预报技巧集成方案及其应用. 热带气象学报, 1998, 14(4): 20~21.

Application of Optimum Correction Method to Forecasting of heavy Area Rainfall over the Upper Reaches of Changjiang River

Zhou Xiaolan Zhang Liping Wang Renqiao Gu Yonggang

(Wuhan Meteorological Observatory, 430074)

Abstract

By using the optimum correction method, the forecasting of short-rang area mean rainfall of the six drainage areas in the upper reaches of the Changjiang River is done based on correcting the MAPS precipitation numerical forecasting. The operational experiments from June to October show that accuracy of routine mean area rainfall is higher about 15% than that of MAPS, and accuracy of heavy mean area rainfall is higher about 18% than that of MAPS, and the percentage of hits is about 48%. So, it has good effect.

Key Words: optimum correction method MAPS the six drainage areas on the upper reaches of the Changjiang River mean area rainfall