

暴雨数值预报中的初值试验

匡本贺 俞康庆 胡伯威 谢齐强

(武汉暴雨研究所)

提 要

本文介绍使用五层原始方程有限区域降水预报模式进行汛期暴雨数值预报试验时,引进的新的初值方案。给出了用新初值方案计算的个例和1986年汛期实际预报试验的结果。与其它方案计算结果的比较表明,认真改进初值有助于改进暴雨预报,新的初值方案可以满足暴雨预报业务试验的要求。

1985年我们曾用五层原始方程有限区域降水预报模式进行了汛期暴雨数值预报试验,取得了较好的结果^{[1][2]}。事后总结分析发现,初值对降水预报影响显著。为此,在对历史个例及实际预报试验结果分析的基础上,采用一种新的初值方案,重新计算了历史个例中预报较差的例子,预报结果有所改善。将这一新的初值形成方案投入到1986年汛期实际预报试验,降水预报的精度有一定的提高。

一、引言

在近两年的有限区域暴雨数值预报研究中,我们一直采用有限元法作客观分析,取得模式初值。这是一种简单的方法。虽然在试验中也发现了一些不足之处,但由于受计算机等条件的限制,在区域性的地方数值预报中,一时不可能采用复杂费时方法得到初值的情况下,只能暂时采用这种方法,并在试验中努力改进。我们的改进试验包括对站点作适当选择,对三角形的组合尽量做到合理,并对高原地区低层初始资料作适当处理等。

二、高原地区低层初值的处理方法

我们在作短时区域预报时,所使用的有限区域模式,暂时不考虑地形作用。而现在所采用的网格范围部分地跨到了高原的东部地区,这就要人为地把高原地面降至海平面,给出一个实际上不存在的“地下”要素场来作初值。为此,我们对高原“地下”的初始场采用一套特殊的赋值规定。使之相当于构造了一个静止稳定的空气堆代替固体高原,并使(1)这个虚拟的空气堆与周围实际大气之间的界面是在流体运动学和动力学方面都协调的;(2)虚拟空气堆的内部不存在扰动,也没有自发产生各类扰动的机制;(3)至少在初始阶段能模拟出对周围实际大气的机械作用,在某种程度上类似于固体高原所起的作用,就好像是一个“软高原”。

赋值具体规定:

1. 整个虚拟空气堆内部,水平和铅直速度均为零;

2. 在任何一等压面上,由周围站高度值内插求出虚拟空气堆内部的高度场(严格说应该用拉普拉斯方程求解“高原内部”高度场,因为当整个区域风速均为零时,平衡方

程简化为拉普拉斯方程),以保持虚拟空气堆与周围大气的连续性;

3.由静力关系从高度场得到温度场;

4.干燥的湿度场,其中不易发生凝结,保持层结稳定。

三、试验方案

1.使用 121 站实测的 T 、 $T-T_d$ 、 H 、 $dddff$ 为原始数据。在采用有限元法作客观分析时,人工读数取得,测站相对于网格的位置坐标 x 、 y 。为了使 150km 格距的客观分析值与模式中 100km 格距网格配套,将客观分析值各向东、北线性外插一行,然后转化到 100km 的细网格上作为模式初值。

2.在方案 1 中加入高原地区低层初值处理方案。

3.使用气象电报来报较全的 115 站实测资料为原始数据。采用有限元法作全场客观插值,由计算求得测站相对于网格的位置坐标 x 、 y 。

4.在方案 3 中加入高原地区低层初值处理方案。

四、试验结果

1983 年 6 月 29 日长江中下游地区,在维持一东西向准静止的切变线条件下,产生了一次大暴雨过程。雨带位于 31°N 附近,强降水带上的 3 个暴雨中心分别位于鄂东大别山南部(24 小时降水量为 107mm),皖南(104mm)和杭州附近(106mm)。在强降水带以西的鄂西地区,另有一个 31mm 的大雨中心位于恩施附近。

图 1 是方案 1 计算的 0—24 小时降水预报结果及实况图。预报雨区与实况雨区基本一致,但是预报的强降水带比实况偏南约 200km,且强降水区外围存

在有明显的二倍格距波。方案 2 的计算结果,由于整个预报降水减少,一般降水落区的预报有所改进,格距波也减弱,但暴雨带仍偏南 150km(图略)。

图 2 是方案 3 的预报结果,雨带预报基本与实况一致,暴雨中心比实况偏南 100km 左右,三个大暴雨中心有两个已报出,且位于恩施的一个孤立的大雨中心亦与实况相

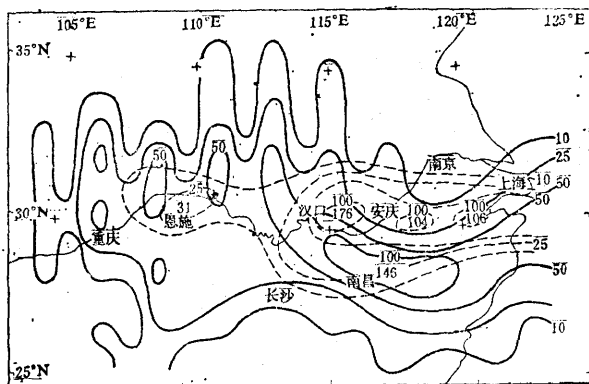


图 1 1983 年 6 月 29 日 08 时至 30 日 08 时, 方案 1 预报降水(实线)及实况(虚线)图 单位 mm(下同)

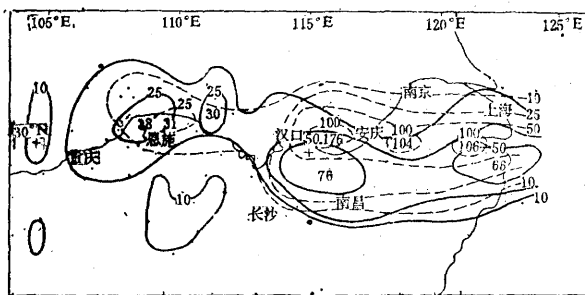


图 2 1983 年 6 月 29 日 08 时至 30 日 08 时, 方案 3 预报降水(实线)及实况(虚线)图

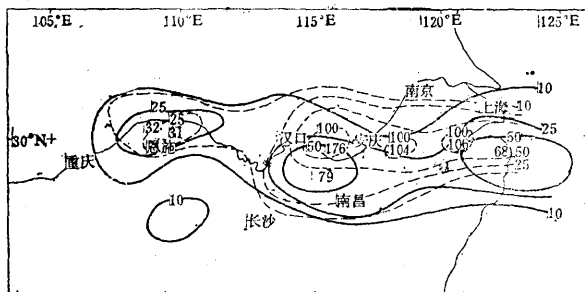


图 3 1983 年 6 月 29 日 08 时至 30 日 08 时, 方案 4 预报降水(实线)及实况(虚线)图

符。但在网格区域边界地区仍存在格距波。图3是方案4的预报结果,不仅预报出了方案3预报出的两个暴雨中心和一个大雨中心,暴雨中心预报值也有所提高。而且也消除了格距波。这时预报的暴雨带仅较实况偏南约100km。

表1是上述四种初值方案计算出降水预报的TS评分,可以看出降水量 $\geq 25\text{mm}/\text{日}$ 降水预报的TS评分值,从方案1至方案4是逐步提高的。从方案2至方案3,TS评分提高了约10%。这可能是由于方案3采用115站实测值作客观分析,弥补了方案1、2中121站内缺报多,采用人工或机器补报的缺陷,提高了x、y值的精度,消除了150km客观分析中,网格东、北各线性外延一行时带来的边界值误差。另外也由于对三角形组合作了调整,使得客观分析形成的模式初值基本与实况一致,从而使预报效果得到改进。方案3至4,TS评分值提高了10%,则可能是由于方案4中加入了高原地区低层初值处理方案的结果。这种处理方法,一方面改进了区域西北边界地区的初值及边值条件,也使这一地区与区域内部要素场保持连续性。这一点从方案1至2的TS值提高8%得到说明。

降水量 $\geq 50\text{mm}/\text{日}$ 预报的TS评分值,由方案2至方案3提高了15%,这可能是改进客观分析所起的作用。方案4预报的TS评分值与方案3的相同,但暴雨中心预报值

表1 1983年6月29日08时至30日08时暴雨预报的TS评分

试验方案	$\geq 25\text{mm}$ 降水预报 TS(%)	$\geq 50\text{mm}$ 降水预报 TS(%)
1	23	10
2	31	5
3	40	20
4	50	20

有所提高,这说明方案4对于改进暴雨的量级预报起一定作用。

上述是个例试验的结果。表2是我们开展有限区域细网格暴雨数值预报研究以来的试验情况,以及将方案4投入1986年汛期试验的结果。可以看到,降水量 $\geq 25\text{mm}/\text{日}$ 降水预报的TS评分值,方案4达到了手工分析初值预报的数值,比方案1、3提高了约10%。尽管这个数值不是由同一批例子计算出的,但还是可以反映方案4对提高降水落区预报的作用。在1986年汛期的10次暴雨预报试验中,8次暴雨过程中有6次预报较好,中心位置误差在100km左右,暴雨中心预报值比实况偏小。

表2 不同初值方案试验的降水落区预报的平均TS评分

试验方案	次数	降水量 $\geq 25\text{mm}/\text{日}$ 预报的Ts(%)	注
手工分析初值	5	43	1985年试验 1986年试验7次 模拟3次
方案1	14	32	
方案3	7	31	
方案4	10	42	

五、几点看法

近两年的汛期暴雨数值预报试验和对历史个例的成批计算,是从不同的初始资料处理和初值形成方案进行的。计算结果表明,要想提高数值模式对暴雨预报的准确率,除了改进模式的物理过程之外,还应该提高初值的精度。具体有以下几点看法:

1. 采用有限元法作客观分析,简便省时,能满足区域性暴雨数值预报试验的要求。但是三角形组合应尽量合理,应尽量选取来报齐全站的资料,以减少人工或机器补报引起的误差。
2. 在使用没有考虑地形作用的该五层原始方程有限区域降水预报模式时,对高原地

区资料进行具有一定物理意义的处理, 是一种简便易行的方法, 它对于提高降水落区预报能力和消除格距波有一定的作用。

3. 尽管目前所采用的初值处理方法, 受计算机条件的限制, 应尽量省时, 但这里采用的方法可以满足业务试验的要求, 亦有一定的物理意义, 有一定的效果。

参考文献

- 〔1〕胡伯威、匡本贺, 汛期暴雨数值预报试验, 《气象》1986年1期
- 〔2〕匡本贺、胡伯威, 降水预报结果的订正试验, 《气象》1986年1期。

The initialization test in numerical prediction of heavy rain

Kuang Benhe Yu Kangqing Hu Bowei Xie Qiqiang

(Wuhan Institute of Heavy Rain Research)

This paper represents a new initialization program and some results of a number of model runs for cases. The samples of less successful prediction from historical cases were computed once again using the new program. The results are much better than that of previous. Some progress have been arrived by introducing this new program into practical prediction experiments during the rainy season 1986.