

利用数值预报产品制作 夏季降水分县分级预报试验

邓兴旺

(湖北省孝感市气象局, 432100)

提 要

将国家气象中心 T63 和 HLAFS、武汉区域中心 MAPS 数值预报模式的短期降水预报分别插值到所属 7 个测站上, 以此作为预报因子, 运用灰色预测 GM(O, h) 模型制作孝感市夏季短期 24 小时降水分县分级预报。经 1996 年夏季业务应用, 其一般性降水(小雨、中雨、大雨)分县预报质量较高、暴雨落区落点预报能力较强, 取得了良好的预报效果。

关键词: 数值预报产品 插值处理 降水 分县分级 灰色预测

前 言

近年来, 随着计算机技术和数值计算技术的高速发展, 国内数值天气预报发展日新月异, 数值预报模式不断更新换代, 其预报性能也逐步得到提高。目前, 数值预报产品的应用已成为各级气象台站预报研究的重大课题, 它更是地(市)级气象台天气预报业务改革发展的一个重要方向。1996 年夏季我们利用国家气象中心 T63 和 HLAFS、武汉区域中心 MAPS 模式的降水预报产品, 用灰色预测方法, 制作孝感市短期 24 小时降水分县分级预报, 效果良好。

1 降水分级和插值处理

1.1 降水分级与评分办法

把预报和实测的 24 小时降水量划分为如下 4 个等级:

小雨: 0.0—9.9mm

中雨: 10.0—24.9mm

大雨: 25.0—49.9mm

暴雨: ≥ 50.0 mm

预报试验效果的评分按照上述降水分级标准, 分级进行评定, 作严格的预报准确率

TS 统计。其预报准确率由下式计算^[1]:

$$TS = \frac{H}{F + O - H} \quad (1)$$

式中 TS 为某一量级的预报准确率; O 表示观测到的该降水量级的站次数; F 表示预报该降水量级的站次数; H 表示该降水量级预报和实况一致的站次数, 即对某一降水量级来说, 预报和实况均出现该量级降水的预报正确站次数。

业务试验时间为 1996 年 6 月 11 日—8 月 31 日共 81 天(6 月 28 日缺资料), 预报对象为 24 小时(20—20 时, 北京时, 下同)降水分县分级预报。

1.2 预报因子的插值处理

孝感市地处长江中游北岸, 境内共有 7 个地面气象观测站。各测站的降水预报因子都取自 T63、HLAFS、MAPS 模式的降水预报产品中与 24 小时预报时段(20—20 时)相对应的预报场, 分别将不同模式的降水预报格点资料插值到各个站点上, 这样每个测站均有 4 个预报因子, 其预报因子的基本参数见表 1。其插值方法针对模式分辨率的高低, 分别采取了两种不同的方案: 距离权重法和

最近距离法。

表1 预报因子的基本参数

因子号	模式	分辨率	起始时刻	预报时效	插值方案
X1	T63	1.875°	20时	24-48时	距离权重法
X2	HLAFS	1.0°	20时	24-48时	距离权重法
X3	MAPS	0.5°	08时	12-24时	最近距离法
X4	MAPS	0.5°	08时	24-36时	最近距离法

1.2.1 距离权重法

针对任一测站,取与其最近的4个网格点,该测站的插值结果由这4个格点的预报值和权重大小决定;而每个格点的权重系数大小同这4个格点与该测站的距离有关,距离越大,权重越小,反之亦然。

其插值公式为^[2]:

$$R(\phi, \varphi) = \frac{1}{3L} \sum_{i=1}^4 (L - M(i))R(i)$$

$$\text{其中: } L = \sum_{i=1}^4 M(i)$$

$$M^2(i) = X^2(i) + Y^2(i)$$

$$X(i) = (\varphi - \varphi(i)) \times R \times \pi \times \cos\psi(i)/180$$

$$Y(i) = (\psi - \psi(i)) \times R \times \pi/180$$

式中 $R(\phi, \varphi)$ 为某一测站的插值结果, ϕ, φ 分别为该测站的纬度和经度; $R(i), i=1, \dots, 4$ 为距离测站最近的4个格点的预报值, $\psi(i), \varphi(i), i=1, \dots, 4$ 为对应的4个网格点的纬度和经度(下同)。

T63 和 HLAFS 模式降水预报用该插值方案进行插值。

1.2.2 最近距离法

对于分辨率比较高的模式,如 MAPS 模式,采用了最近距离插值方案,即插值结果取与其最近的网格点的降水预报值。其数学表达式为:

$$R(\phi, \varphi) = R(n)$$

其中:

$$M(n) = \min\{M(i)\}$$

2 灰色预测模型简介^[3,4]

在天气预报中,一般采用的是静态 h 元灰色预测模型 $GM(O, h)$,对原始数列只作一次累加生成处理。

令 $\{X_k^{(0)}(i)\}, \{Y^{(0)}(i)\} (k=1, 2, \dots, h; i=1, 2, \dots, n)$ 分别为预报因子和预报量的原始数列;对其作一次累加生成:

$$X_k^{(1)}(i) = \sum_{j=1}^i X_k^{(0)}(j)$$

$$Y^{(1)}(i) = \sum_{j=1}^i Y^{(0)}(j)$$

这样就得到了新的数据序列 $\{X_k^{(1)}(i)\}, \{Y^{(1)}(i)\}$,生成后的序列随机性被弱化,变成单增数列。

设预测模型结构为:

$$\hat{Y}^{(1)}(i) = b_1 X_1^{(1)}(i) + b_2 X_2^{(1)}(i) + \dots + b_h X_h^{(1)}(i) + a$$

式中 b_1, b_2, \dots, b_h, a 为待辨识参数。

令向量

$$A = [b_1, b_2, \dots, b_h, a]^T$$

其值可用最小二乘法求得:

$$A = (B^T B)^{-1} B^T U$$

$$B = \begin{bmatrix} X_1^{(1)}(2) & X_2^{(1)}(2) & \dots & X_h^{(1)}(2) \\ X_1^{(1)}(3) & X_2^{(1)}(3) & \dots & X_h^{(1)}(3) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ X_1^{(1)}(n) & X_2^{(1)}(n) & \dots & X_h^{(1)}(n) \end{bmatrix}$$

$$U = [Y^{(1)}(2), Y^{(1)}(3), \dots, Y^{(1)}(n)]^T$$

对 $\hat{Y}^{(1)}(i)$ 作还原处理,即累减生成:

$$\hat{Y}(i) = \hat{Y}^{(1)}(i) - \hat{Y}^{(1)}(i-1)$$

可得预测值序列 $\{\hat{Y}(i)\}$ 。

值得强调的是,本试验由于预报因子和预报量都是降水值,因而没有涉及到灰色关联度的计算和预报因子的选择;这里 $h=4$,序列长度 n 取 40;对所属 7 个测站分别建模计算,直接预报各站的降水量值。

3 预报试验效果

1996 年夏季 6 月 11 日—8 月 31 日,该灰色预测方法连续运行了 81 天;每天从数值预报产品资料远程调取、插值处理、建模计算,到预报结果打印输出,均由微机自动执行。夏季 6—8 月是孝感市的主汛期,是暴雨洪涝发生的集中时段,因而下面对一般性降水(小雨、中雨、大雨)和强降水(暴雨)预报效

果进行分述,对灾害性天气暴雨除进行落点预报评定外,还对暴雨落区预报效果进行了统计。

3.1 一般性降水预报效果

一般性降水(小雨、中雨、大雨)分县预报按照式(1)分量级统计预报准确率 TS ,其结果见表2。表2表明该预测方法对一般性降水有较好的预报效果,其中小雨的预报质量最高,达0.783,中雨、大雨的预报相对稍差,但仍具有一定的预报能力。总的看来,本预报方法对一般性降水整体预报效果较明显,其降水分县预报具有较强的指导作用和实用价值。

表2 一般性降水分县预报效果

	观测 站次数 O	预报 站次数 F	正确 站次数 H	预报 准确率 TS
小雨	447	441	390	0.783
中雨	49	57	22	0.262
大雨	47	36	19	0.297

3.2 暴雨预报效果

为了对暴雨灰色预测效果有一个全面详细的了解,暴雨预报又分为暴雨落区预报和暴雨落点预报两个方面。暴雨落区预报的预报量和实况值分别取孝感市7个测站中降水预报和雨量实况的最大值,其预报准确率仍按式(1)计算。

表3 暴雨预报效果

	观测 次数 O	预报 次数 F	正确 次数 H	预报 准确率 TS
区域	12	12	9	0.600
落点	24	33	14	0.326

由表3可以看出,1996年夏季出现的12场区域暴雨中有9场预报成功,24站次单站暴雨中有14站次预报正确,暴雨落区和落点预报准确率分别达到0.600和0.326,这说明该灰色预测方法对夏季暴雨落区和落点都具有较强的预报能力,其预报质量明显高于主观经验预报水平,对50mm以上的强降水预报表现出良好的业务使用价值。

3.3 一次非常成功的大暴雨预报实例

就具体预报而言,有很多成功的个例,其中以1996年7月17日的大暴雨预报最为典型。这次强降水是造成孝感市出现百年不遇特大洪水的最重要的一次暴雨过程。表4给出了这次过程灰色预测结果和对应降水实况。

表4 1996年7月17日大暴雨灰色预测情况
(单位:mm)

	大悟	广水	安陆	云梦	应城	孝感	汉川
16日预报	107.6	152.4	71.6	0.0	16.9	0.0	2.2
17日实况	184.6	127.7	121.3	20.0	28.7	16.4	19.1

由表4可见,这次强降水过程落区和落点预报都很成功:实况北部三县(市)均为大暴雨,南部四县(市)为中一大雨,而预报北部三县(市)正好都是暴雨,且其中二站为大暴雨,南部四县(市)为小一中雨。总体来看,降水预报与实况相吻合,暴雨的强度和分布预报都非常正确。

4 结束语

4.1 本试验结果表明,灰色预测在孝感市夏季短期降水分县分级预报中,实际应用情况良好,其一般性降水和暴雨预报都取得了令人满意的效果,特别是对暴雨落区和落点具有较强的预报能力,在业务试验中受到了广大预报员的认可和肯定。

4.2 灰色预测模型的特点一是不需要长的时间序列,不受资料年代的限制,能解决目前数值预报模式不断更新换代的问题;二是它在资料处理上采用了有限记忆法,其样本逐日更新为一定序列长度(本试验取40)的前期资料,从而可消除季节性影响;二者均弥补了常规统计方法的不足。

4.3 随着数值预报的发展,其预报精度和时效(包括分辨率)逐步得到提高,为地(市)级气象台开展降水等要素的分县预报提供了坚实的基础和有利的条件。本试验情况说明,目前用数值预报产品开展分县预报是可行的。

4.4 灰色预测方法除用在降水预报方面外,

同样可以应用于其它气象要素如气温、湿度等的预报,其预报因子除利用要素预报场外,也可根据不同预报对象选用物理量预报场,这方面工作还有待于今后进一步开展。

参考文献

1 国家气象中心编.数值预报产品应用指南.北京:气象出

版社,1991.

- 2 邓兴旺.几种数值预报模式对梅雨期短期暴雨预报性能的初步分析.数值预报产品评价公报,1996,(7—8):21—24.
- 3 曹鸿兴等.灰色系统理论浅述.北京:气象出版社,1988.
- 4 李才媛.湖北省梅雨期分级降水预报试验.气象,1996,22(1):49—52.

The Summer Rainfall Scale Forecast on County Level by the Use of Numerical Forecasting Products

Deng Xingwang

(Xiaogan Meteorology Office, Hubei Province 432100)

Abstract

By interpolating short range forecast rainfall value of the National Meteorology Center's T63 and HLAFS, and Wuhan Regional Meteorology Center's MAPS to the subordinate 7 observatory stations respectively, and using the Grey Prediction Model, 24 hours rainfall scale forecast on county level in Xiaogan city in summer was conducted. After the operational application at summer in 1996, it was shown that the quality of general rainfall scale forecast on county level was higher, and the capability of heavy rain area and site forecast was reliable.

Key Words: numerical forecasting products interpolation processing rainfall scale forecast on county level Grey Prediction Model