

客观预报中格点因子处理方法探讨

王建国

李玉华 耿波 吴炜

(山东省气象局, 济南 250031)

(山东省气象台)

提 要

在采用数值预报产品制作温度、降水客观预报时,一种常见的方法是对数值预报产品格点因子进行平滑处理,以利于过滤噪声。为了确定对格点因子进行平滑处理与非平滑处理的优劣,采用1995~1997年6~9月的国家气象中心T106数值预报产品资料,分别建立了这两种方法的山东省各测站1~5天日极端温度、降水量MOS预报方程。并对1999年7~9月的预报结果进行了对比检验,结果表明,非平滑处理优于平滑处理的预报效果。

关键词: T106产品 因子处理 MOS方法 效果检验

引 言

当前,许多客观预报方法在对数值预报产品格点因子进行处理时,采用了因子平滑方法。如目前中国气象局每日下发的1~5天要素逐日滚动指导预报产品,采取了对24小时内的T106预报产品进行5点平滑,对36、48小时预报产品进行9点平滑,对60小时以上的预报产品进行25点平滑的因子处理

方法。平滑方法是否比不平滑方法更优?为此,我们采用1995~1997年6~9月的北京T106数值预报产品资料,建立了山东省各测站1~5天因子平滑和非平滑两种方法的日极端温度、降水量MOS预报方程。并对1999年7月投入业务运行后的预报结果进行了对比检验。

1 方法简介

1.1 资料预处理及初选因子

选取 1995~1997 年 6~9 月 366 天的国家气象中心 T106 数值预报产品的零场、24、36、48、60、72、96、120 小时预报场(每个时效 66 个场)资料及山东省 123 个测站的同期日最高温度、最低温度、日降水量资料。

为了增加降水样本个数,对于微量降水,作为 0.1mm 处理。同时,为了减少各降水量级的差距,将降水量作了开方处理。

采用距离权重插值方法,将 T106 产品资料插值到各预报站点上。以 T106 产品的零场、24 小时预报场资料对应最高温度、降水量 24 小时预报;以 24、36、48 小时预报场资料对应最低温度 24 小时预报、最高温度、降水量 48 小时预报;以 48、60、72 小时预报场资料对应最低温度 48 小时预报、最高温度、降水量 72 小时预报;以 72、96 小时预报场资料对应最低温度 72 小时预报、最高温度、降水量 96 小时预报;以 96、120 小时预报场资料对应最低温度 96 小时预报、最高温度、降水量 120 小时预报,以 120 小时预报场资料对应最低温度 120 小时预报的方式,分别计算 T106 产品资料与各预报站上最高、最低温度、降水量的相关系数。选取相关系数较大,且物理意义明确的因子作为初选因子。其中,每个站每个预报时效的每个预报量的初选因子最少不小于 20 个,最多不超过 30 个。

1.2 建立因子非平滑处理的 MOS 预报方程

利用初选因子,采用逐步回归方法,分别建立各个测站各预报量 1~5 天的 MOS 预报方程。经逐步回归方法筛选后,各方程的预报因子数一般在 8~15 个。

1.3 建立因子平滑处理后的 MOS 预报方程

1.3.1 因子平滑处理

采用 T106 产品 24 小时预报时效内 5 点平滑,36、48 小时 9 点平滑、60 小时以上 25 点平滑的平滑方案,对 T106 产品进行平滑处理。

设某点在网格点的位置为 i, j , 因子值为 $X_{i,j}$, 该点的平滑值为 $\bar{X}_{i,j}$, 则 5 点平滑公式为:

$$\bar{X}_{i,j} = (X_{i,j} + X_{i-1,j} + X_{i+1,j} + X_{i,j-1} + X_{i,j+1})/5 \quad (1)$$

9 点平滑公式为:

$$\bar{X}_{i,j} = (X_{i,j} + X_{i-1,j} + X_{i+1,j} + X_{i,j+1} + X_{i-1,j+1} + X_{i+1,j+1} + X_{i,j-1} + X_{i-1,j-1} + X_{i+1,j-1})/9 \quad (2)$$

25 点平滑公式为:

$$\bar{X}_{i,j} = (X_{i,j} + X_{i-2,j} + X_{i-1,j} + X_{i+1,j} + X_{i+2,j} + X_{i,j+2} + X_{i-2,j+2} + X_{i-1,j+2} + X_{i+1,j+2} + X_{i+2,j+2} + X_{i,j+1} + X_{i-2,j+1} + X_{i+1,j+1} + X_{i+2,j+1} + X_{i,j-1} + X_{i-2,j-1} + X_{i-1,j-1} + X_{i+1,j-1} + X_{i+2,j-1} + X_{i,j-2} + X_{i-2,j-2} + X_{i-1,j-2} + X_{i+1,j-2} + X_{i+2,j-2})/25 \quad (3)$$

利用公式(1)对初选的 T106 产品零场、24 小时预报场因子进行平滑处理,利用公式(2)对 36、48 小时预报场初选因子进行平滑处理,利用公式(3)对 60、72、96、120 小时预报场初选因子进行平滑处理。

1.3.2 建立平滑后的 MOS 预报方程

利用各平滑场资料,采用网格内距离权重插值的方法,将各预报时效上的 T106 因子插值到山东省各预报测站上,采用逐步回归方法建立各测站 1~5 天日极端温度、降水量 MOS 预报方程。

对比两者各预报时效的 MOS 方程最终选取的因子发现,两者采取的因子基本相同,其中,部分测站、部分时效的预报方程所选用的因子完全一样。

2 两种因子处理方法的预报效果检验

两种 MOS 预报方程建立后,作为山东省要素配套预报方法的一部分,于 1999 年 7 月 1 日投入了业务运行,每日早晨 6 时 30 分(北京时间)输出预报结果。

2.1 温度预报效果检验

2.1.1 全省平均预报效果对比

表 1 是 1999 年 7~9 月因子平滑方法与非平滑方法 1~5 天山东省各测站最高温度平均误差对照表。从表 1 中可以看出,7 月份各预报时效后者的平均误差都小于前者的平均误差,8 月 48、72 小时、9 月 120 小时前者的平均误差小于后者,其它时效的都是后者的平均误差小。

表 1 1999 年 7~9 月因子平滑与非平滑 1~5 天最高气温预报平均误差/℃

| 预报时效 | 24 小时 | | 48 小时 | | 72 小时 | | 96 小时 | | 120 小时 | |
|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|--------|------|
| | 平滑 | 非平滑 | 平滑 | 非平滑 | 平滑 | 非平滑 | 平滑 | 非平滑 | 平滑 | 非平滑 |
| 7 月 | 1.69 | 1.65 | 1.98 | 1.88 | 2.34 | 2.31 | 2.54 | 2.42 | 2.43 | 2.35 |
| 8 月 | 1.57 | 1.46 | 1.48 | 1.56 | 1.72 | 1.77 | 1.98 | 1.87 | 1.99 | 1.94 |
| 9 月 | 1.55 | 1.41 | 1.41 | 1.36 | 1.90 | 1.76 | 2.23 | 1.99 | 2.26 | 2.37 |
| 平均 | 1.61 | 1.51 | 1.63 | 1.60 | 1.98 | 1.94 | 2.24 | 2.09 | 2.23 | 2.23 |

7~9 月总平均误差除 120 小时二者相等外,其他时效的最高温度平均误差都是非平滑的小于平滑的。由此可见,对最高温度预报来讲,不进行因子平滑处理的预报效果好。

表 2 是 1999 年 7~9 月因子平滑与非平滑处理方法 1~5 天山东省各测站最低温度

表 2 1999 年 7~9 月因子平滑与非平滑 1~5 天最低气温预报平均误差/℃

| 预报时效 | 24 小时 | | 48 小时 | | 72 小时 | | 96 小时 | | 120 小时 | |
|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|--------|------|
| | 平滑 | 非平滑 | 平滑 | 非平滑 | 平滑 | 非平滑 | 平滑 | 非平滑 | 平滑 | 非平滑 |
| 7 月 | 1.06 | 0.98 | 1.17 | 1.06 | 1.46 | 1.45 | 1.50 | 1.46 | 1.89 | 1.59 |
| 8 月 | 1.20 | 1.18 | 1.27 | 1.24 | 1.40 | 1.33 | 1.46 | 1.37 | 1.59 | 1.41 |
| 9 月 | 1.33 | 1.40 | 1.47 | 1.47 | 1.89 | 1.65 | 2.25 | 2.09 | 2.43 | 2.09 |
| 平均 | 1.20 | 1.19 | 1.31 | 1.27 | 1.60 | 1.48 | 1.76 | 1.65 | 1.99 | 1.72 |

表 2 中,7~9 月平均误差,平滑方法 24 小时预报比非平滑方法的高 0.01℃、48 小时高 0.04℃,72 小时高 0.12℃,96 小时高 0.11℃,120 小时高 0.27℃。随着预报时效的增加,两者之间的差别也越来越大。

2.1.2 两种方法中因子相同的预报效果对比

虽然采用了相同的初选因子,但逐步回归方程最终选取的因子未必相同,那么,两种方法中,方程选取的因子完全相同的预报效果哪种更好?为此,选取青岛市 24 小时最低温度预报方程,两种方法选取的 15 个因子完全一致。对比 1999 年 7~9 月青岛市 24 小时两种方法的 MOS 预报结果(表略)可以看出,7 月份因子平滑方法的平均误差为 1.14℃,不平滑方法的平均误差为 0.93℃;8 月份因子平滑方法的平均误差为 2.31℃,不平滑方法的平均误差为 1.70℃;9 月份因子平滑方法的平均误差为 1.21℃,不平滑方法的平均误差为 1.19℃;7~9 月平均前者为 1.54℃,后者为 1.28℃。该对比结果更能说明不对因子进行平滑处理的预报效果更好一些。

2.2 降水预报效果检验

由于 1999 年 7~9 月的大雨、暴雨两个例较少,为了便于对比,我们仅对降水有、无进行定性评分。

平均误差对照表,从表 2 中可以看出,除 9 月份 24 小时预报前者的小于后者的外,其它月份及预报时效,非平滑处理的预报误差更小。说明在最低温度预报中,也同样是进行因子平滑处理的预报效果好。

选取两种方法中,方程因子完全相同的潍坊市 72 小时降水预报效果进行对比。两种方法都选取了 11 个相同的预报因子,分别是:850hPa 水汽通量散度 48 小时预报(X_1)、850hPa 水汽通量 48 小时预报(X_2)、500hPa 相对湿度 60 小时预报(X_3)、700hPa V 分量 60 小时预报(X_4)、500hPa 垂直速度 60 小时预报(X_5)、700hPa 垂直速度 60 小时预报(X_6)、850hPa 涡度 60 小时预报(X_7)、850hPa 散度 60 小时预报(X_8)、1000hPa 涡度 72 小时预报(X_9)、925hPa 相对湿度 72 小时预报(X_{10})、500hPa V 分量 72 小时预报(X_{11})。

非平滑方法 MOS 预报方程为:

$$Y = -1.334 - 0.0024X_1 + 0.0043X_2 + 0.0011X_3 - 0.0116X_4 + 0.0026X_5 - 0.0017X_6 - 0.0010X_7 - 0.0055X_8 + 0.0009X_9 + 0.0021X_{10} + 0.0033X_{11}$$

平滑方法 MOS 预报方程为:

$$Y = -1.561 - 0.0033X_1 + 0.0045X_2 + 0.0011X_3 - 0.0131X_4 + 0.0059X_5 - 0.0031X_6 - 0.0013X_7 - 0.0099X_8 + 0.0016X_9 + 0.0025X_{10} + 0.0042X_{11}$$

表 3 是潍坊市 1999 年 7~9 月因子平滑与非平滑方法 72 小时 MOS 降水预报效果对比表,对比表 3 可以看出,1999 年 7~9 月 Ts 评分、晴雨预报准确率非平滑方法明显优

于平滑方法,其中, Ts 评分高出 11.2%, 晴雨预报准确率高出 8.0%。非平滑方法的漏报率、空报率低于平滑方法。

表 3 1999 年 7~9 月潍坊市两种方法 72 小时降水预报效果对比

| 预报月份 | Ts 评分/% | | 晴雨准确率/% | | 漏报率/% | | 空报率/% | |
|------|---------|------|---------|------|-------|------|-------|------|
| | 平滑 | 非平滑 | 平滑 | 非平滑 | 平滑 | 非平滑 | 平滑 | 非平滑 |
| 7 月 | 26.7 | 30.8 | 52.2 | 60.9 | 42.9 | 42.9 | 66.7 | 60.0 |
| 8 月 | 23.1 | 45.5 | 56.5 | 73.9 | 57.1 | 28.6 | 66.7 | 44.4 |
| 9 月 | 50.0 | 50.0 | 87.0 | 84.0 | 25.0 | 0.0 | 40.0 | 50.0 |
| 平均 | 29.4 | 40.6 | 65.2 | 73.2 | 44.4 | 27.8 | 61.5 | 51.9 |

对比各月情况看,7、8 月份非平滑方法的 Ts 评分、晴雨预报准确率都高于平滑方法;9 月平滑方法的晴雨预报准确率略高一点, Ts 评分两者相同。8、9 月份非平滑方法的漏报率低于平滑方法,7 月两者相同。7、8 月非平滑方法的空报率低于平滑方法,9 月平滑方法的略好一点。

两种方法中,不论时效长短,方程因子相同时,非平滑方法的预报效果都优于平滑方法。

表 4 是 1999 年 7~9 月两种方法全省各测站 1~5 天的 MOS 方法降水预报平均 Ts 评分对比表。从表 4 中也可以看出,除 24 小时预报平滑处理时的 Ts 评分略高外,其它时效不进行因子平滑处理的 Ts 评分高。

表 4 1999 年 7~9 月山东省 1~5 天两种因子处理方式降水 Ts 评分/%

| 预报时效 | 24 小时 | 48 小时 | 72 小时 | 96 小时 | 120 小时 |
|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 平滑方法 | 37.0 | 34.2 | 28.7 | 25.1 | 21.0 |
| 非平滑方法 | 35.8 | 35.8 | 32.7 | 29.0 | 23.8 |

从以上对比可以看出,在降水预报中,不对因子进行平滑处理时的预报效果好于进行因子平滑处理的预报效果。

由此可见,在温度、降水客观预报中,对因子进行平滑处理的方法并不是最优方法。

3 小结

(1)最高、最低温度预报,不论是长时效还是短时效,对因子平滑后的 MOS 预报效果都不如不平滑的效果好,说明随着数值预报产品质量的提高,平滑处理的办法已不够恰当。

(2)对降水预报来讲,在方程因子完全相同的情况下,不对因子进行平滑处理的预报效果明显高于对因子进行平滑处理的预报效果。说明平滑后的因子更加背离了真实因子的特征,从而导致了预报准确率的降低。

(3)随着数值预报产品质量和分辨率的不断提高,直接使用数值预报产品输出因子,同样能够达到较好的预报效果,从而减少了不必要的劳动,节省了人力及设备资源。

A Proceeding Method of Grid Factor for Objective Forecast

Wang Jianguo

(Shandong Meteorological Bureau, Jinan 250031)

Li Yuhua Geng Bo Wu Wei

(Shandong Meteorological Observatory)

Abstract

Making objective prediction of temperature and precipitation with numerical weather prediction products, a common method is used in smoothing the numerical weather prediction product factors so as to filtrate noise. To compare smoothing factors with non-smoothing ones, MOS forecast equations about daily extreme temperature and rainfall in 1—5 days at various Shandong weather stations were set up, with the two methods respectively and the use of T106 numerical weather prediction product data of during Jun.—Sep. from 1995 to 1997. The two prediction results during Jul.—Sep. in 1999 were tested. It shows that forecast effect of non-smoothness management is superior to that of the smoothness management.

Key Words: T106 products factor management MOS method effect test