

# 降水温度分县客观预报方法研究

陈百炼

(贵州省气象台, 贵阳 550002)

## 提 要

应用国家气象中心 T106 数值预报产品和 MOS 预报方法, 研究建立了贵州省 81 个站 1~5 天的降水分级预报和最高、最低温度预报方程, 并投入业务应用, 检验证明效果较好, 为业务提供了有效的省级客观预报指导产品, 重点探讨了建立分县 MOS 预报方程中的关键技术, 分析了其在业务应用中的误差特点并提出了改进方法。

**关键词:** 数值预报产品 分县客观预报 MOS 预报方法

## 引 言

随着省地气象预报业务服务的发展, 对预报精度和准确率提出了更高的要求, 业务预报急需有效的省级客观预报指导产品。常规天气要素分县客观预报研究和业务应用工作就是在这样的条件下开展的。1998 年国家气象中心举办了逐级预报指导技术培训班, 全国大部分省区先后开展了此项工作并投入业务应用。贵州省气象局也成立了技术攻关小组, 目标是充分利用国家气象中心 T106 数值预报产品, 应用 MOS 预报方法制作全省中短期降水、温度分县客观预报, 实现客观定量定点的指导预报产品<sup>[1]</sup>。

借鉴国家气象中心和先进省区的经验, 本着边研究、边应用、边改进的指导思想, 我

们加工处理了 1995~1997 年的逐日所有 T106 产品资料, 应用 MOS 方法研究建立了贵州 81 站全年的降水分级(小雨、中雨、大雨、暴雨)和最高、最低温度预报方程, 投入业务应用并进行了效果检验, 每天的预报结果可输出在 MICAPS 业务平台上调用。另外还开发了配套的“分县预报订正制作发布系统”投入业务使用, 使预报员可在客观预报的基础上订正发布最终的分县预报, 已成为省台中短期预报制作发布的重要工具, 收到了很好的业务应用效果。

## 1 资料处理和计算方法

### 1.1 预报量(降水)的预处理

#### 1.1.1 降水分级及样本处理

将降水分为小雨、中雨、大雨、暴雨 4 级,

为减少各级降水预报间的矛盾,同时增加样本数和方程稳定性,使样本逐级向上包容,即小雨样本包含全部中雨、大雨、暴雨样本,中雨样本包含全部大雨、暴雨样本,以此类推。划分标准为:小雨 $\geq 0.1\text{mm}$ ,中雨 $\geq 10\text{mm}$ ,大雨 $\geq 25\text{mm}$ ,暴雨 $\geq 50\text{mm}$ 。

### 1.1.2 大降水样本分区共享

由于大降水对单站来说是小概率事件,单站的大雨、暴雨样本太少,难于建立可用的预报方程,为此必须扩大单站样本数。我们根据本省天气气候背景分析计算,分时段划分出数个降水气候相似区,使大雨、暴雨样本在分区内各站共享。具体做法是:通过计算分析全省 81 站逐站降水相关图,分析各时段多年平均降水分布情况,综合考虑全省站点地域地形分布,合理划分出各降水气候相似区。分区数也不宜过多,一般在 10 个以内,每个分区内站点数在 10 个左右。分区的好坏直接影响到今后各站点大雨、暴雨的预报效果。所以要应用大量历史资料经反复计算和分析,求得最合理的大降水样本的分区共享,这是决定今后预报方程对大雨、暴雨预报实用效果的关键的第一步。

## 1.2 因子处理及因子初选

### 1.2.1 随预报时效增加因子时次

预报因子采用 1995~1997 年逐日 T106 数值预报产品资料,包括所有 T106 产品的要素场和物理量场,时间为 9 个时次(00、12、24、36、48、60、72、96、120h)、空间 8 个层次(地面到 300hPa) $1^\circ \times 1^\circ$ 经纬度网格因子场,并通过进一步计算导出了更多的物理量因子和若干非线性组合因子,如偏差风、螺旋度、K 指数、Q 矢量函数等;又通过对某些物理量因子的组合得到若干非线性组合因子,例如考虑湿度与垂直速度对降水的共同影响设计了整层平均相对湿度与 500hPa 垂直速度的组合因子等。取可能影响本省的区域范围进行挖块处理,这样每个时次初步得到近千个因子场。

为防止 MOS 预报方程随预报时效延长

预报效果变差,在因子的处理上,我们采取通过最大限度地加密因子的时次,随预报时效延长加大 T106 因子的数量,使每一个预报时效的因子包括该时次及该时次以前所有时次的因子,即 24h 预报用到 00h、12h、24h 3 个时次的因子,48h 预报用到 00h、12h、24h、36h、48h 5 个时次的因子,而 120h 则用到了所有 9 个时次的所有 T106 因子场,虽然这样做会使因子量和计算量非常大,但实际证明对防止随时效延长预报效果变差是有效的。

### 1.2.2 站点因子序列中加入气候值

经过因子预处理后,使用逐步订正客观分析方法将各 T106 因子场插值到全省 81 个站点上,从而得到各站点的因子序列。站点因子序列里还包括各站点的经度、纬度、海拔高度和日序函数,虽然其中日序函数可以视为某种气候因子,但这是远远不够的。

气候因子对保证预报方程的稳定性和预报效果是非常重要的。特别是对于温度预报,方程中若没有气候因子项,输出的预报结果变幅将很大且极不稳定,常常出现异常值而导致结果不可用。我们计算了各站多年平均小雨、中雨、大雨、暴雨逐日气候概率和平均最高、最低温度气候值,作为必选因子直接参与建立方程。事实证明在最后的逐步回归方程建立中气候因子基本上都进入了最终的预报方程,这样保证了预报方程的稳定性和可用性,使其在业务上的应用成为可能。

### 1.2.3 因子初选及要注意的问题

经过因子预处理后每个时次有近千个 T106 因子,包括各种物理量因子和若干非线性组合因子;又由于采取随预报时效延长加密因子场的时次,进一步增加了因子量,因此总的因子量非常大。为保证因子选取的客观性和全面性,我们对所有 T106 因子均用计算机进行自动筛选,通过 F 检验的因子为初选因子参与建立方程,一般控制在 100 个以内。在此要注意的是要尽量避免选取相互间相关过高的因子,去掉因子复共线的不利影

响,以免在以后的回归方程计算中出现病态矩阵而无法建立方程<sup>[2]</sup>。

### 1.3 MOS 预报方程的建立

本课题的关键就在于如何建立最优的预报方程。综合比较各种统计回归方法,我们采用了较严谨的双重检验逐步回归技术来进行 MOS 预报方程的建立,因子引入和剔除由程序同时进行,当运行到既无因子引入又无因子剔除时得到最优的回归方程。最后对方程进行显著性检验。通过因子初选步骤后,我们采取改进的双重检验逐步回归方案,经过大量计算,分别建立了全省 81 站 1~5 天降水分级(小雨、中雨、大雨、暴雨)预报方程和最高、最低温度预报方程,分冬半年和夏半年方程总数达 4860 个。在最后得到的 MOS 预报方程中,一般都包括了气候因子,连 T106 因子在内总数在 10 个左右,且各因子的物理意义十分明确,如降水预报方程中的因子往往包括水汽、涡度、散度、垂直速度、螺旋度、K 指数、Q 矢量函数及其组合因子等等;在  $\alpha = 0.01$ ,取临界值  $Y = Y_c(0.5)$  时,降水预报方程拟合率在 80% 左右,方程效果检验是显著的。

## 2 预报效果及误差特点

我们建立的预报方程于 2000 年起投入了省气象台的业务试用,经过一年多的业务应用检验并不断改进,实际证明其预报效果较好,具有较大参考价值,为业务预报提供了有效的省级客观预报指导产品。

以下是分县客观预报具体检验结果。其中降水分级预报检验 TS 评分为:正确率/(空报率+漏报率+正确率),最高、最低温度预报检验取平均绝对误差。

### 2.1 温度预报检验结果

最高温度预报:1~5 天预报平均绝对误差在 2℃ 左右。最低温度预报:1~5 天预报平均绝对误差在 1~2℃。预报检验结果表明温度分县 MOS 预报具有较好指导意义,可在业务预报中直接应用。以安顺站(57806)为例,温度预报检验结果见表 1。

表 1 安顺站温度预报平均绝对误差/℃

	24h	48h	72h	96h	120h
最高温度	2.02	2.02	2.21	2.33	2.35
最低温度	1.35	1.42	1.44	1.38	1.43

从表 1 中可见,最高、最低温度预报的平均绝对误差随预报时效延长而缓慢增长,表明了温度预报较稳定,而最高温度预报比最低温度要稍差,这是国内其他研究也发现的现象,可能是因为最高温度的变率比最低温度大的原因<sup>[3]</sup>。

### 2.2 降水预报检验结果

小雨预报即晴雨预报效果最好:1~5 天 TS 评分均较高,可达 0.7 左右;中雨预报 TS 评分在 0.3~0.4;大雨以上预报 TS 评分迅速降低,大雨预报 TS 评分降到 0.2 左右,暴雨预报 TS 评分则更低,大多在 0.1 以下,但也有个别站暴雨 TS 评分高达 0.5,这与该站实况暴雨发生次数很少有关。

## 3 MOS 预报业务应用效果的改进

### 3.1 降水预报临界值的选取

降水预报方程临界值的选取直接影响方程的实际预报效果,预报临界值的选取以使预报效果达最佳为原则。由于各级降水性质和出现概率的不同,其预报临界值也不应相同,而且不同站点由于天气气候背景的差异其预报临界值也不尽相同。在实际业务应用中,各级降水预报方程的临界值应通过多次的预报检验来确定。我们经过反复的预报试验,分别确定出各站小雨、中雨、大雨、暴雨预报的临界值。以安顺站为例,其  $R_{\text{小雨}} = 0.6$ 、 $R_{\text{中雨}} = 0.5$ 、 $R_{\text{大雨}} = 0.4$ 、 $R_{\text{暴雨}} = 0.3$ 。由于试验发现 MOS 方程对大降水的预报能力有明显削弱,并考虑到要对降水预报进行逐级消空,因此各级预报临界值间的关系大致应遵循: $R_{\text{暴雨}} \leq R_{\text{大雨}} \leq R_{\text{中雨}} \leq R_{\text{小雨}}$ 。在实际应用中还应以实况检验效果为依据,不断对预报临界值进行改进调整,以取得最好的预报效果。

### 3.2 逐级消空指标的确定

由于单站大雨、暴雨属小概率事件,建方

程时样本少,实际预报时必然会出现空报较多,又因各级降水预报方程的建立是相对独立的,则预报时难免会出现预报量级间相互矛盾的现象。为解决这一问题,提高预报实用效果和精度,必须对预报进行逐级消空,即小雨对中雨、中雨对大雨、大雨对暴雨消空。消空指标的确定要通过大量的预报与实况的对比分析和计算得到,这是一个非常复杂的过程,并需要根据实际应用效果不断进行调整。设小雨对中雨消空指标为  $X_{\text{中雨}}$ 、中雨对大雨消空指标为  $X_{\text{大雨}}$ 、大雨对暴雨消空指标为  $X_{\text{暴雨}}$ 。

经过反复预报试验,我们初步简单确定了各级消空指标为下一级降水预报临界值。即:  $X_{\text{中雨}} = R_{\text{小雨}}$ ,  $X_{\text{大雨}} = R_{\text{中雨}}$ ,  $X_{\text{暴雨}} = R_{\text{大雨}}$ , 具体来讲情形就是小雨不报则中雨不报、中雨不报则大雨不报、大雨不报则暴雨不报,这样不仅大大消除了空报现象,而且完全避免了各级降水预报间的矛盾。表2是安顺站预报进行逐级消空和不消空两种效果的对比。

表2 安顺站 24h 预报消空和不消空效果对比

	不消空				消空			
	正确	空报	漏报	TS	正确	空报	漏报	TS
中雨	15	33	3	0.29	15	22	3	0.38
大雨	5	30	3	0.13	5	15	3	0.22
暴雨	1	8	2	0.09	1	4	2	0.14

消空和不消空两种预报效果的对比表明,采取逐级消空后能有效减少空报现象,并能消除各级降水预报间的矛盾。而漏报并不

明显增加,从而提高了预报的 TS 评分。

#### 4 结语

初步研究结果表明,应用 T106 数值预报产品作降水分级分县 MOS 预报,小雨及中雨的预报有一定业务指导意义,而对大雨、暴雨的预报较困难,离达到业务应用水平还有一定差距,说明 MOS 方法对单站大雨、暴雨的预报需作进一步的改进。降水预报中临界值的选取和逐级消空指标的确定对提高预报精度具有重要作用。应用 T106 数值预报产品作最高、最低温度分县 MOS 预报,1~5 天温度预报均有较好指导意义,可在业务预报中直接应用。目前 MOS 方法还是数值预报产品释用的主要方法之一,应用 T106 数值预报资料制作分县要素预报指导产品,已经实现了全省逐日滚动定点客观预报,为业务预报提供了客观有效的参考依据。由于受数值预报产品资料长度的限制,本文仅是初步成果,随着资料的积累和方法在实际应用中的不断改进和完善,今后的预报效果还会有所提高。

#### 参考文献

- 1 陈百炼等. 贵州省分县 MOS 预报及效果检验. 贵州气象, 2000, (2): 3~5.
- 2 施能. 气象科研与预报中的多元分析方法. 北京: 气象出版社, 1995: 26~35.
- 3 李玉华等. 国家常规天气要素指导预报效果分析. 山东气象, 1998, (4): 17~20.

## Study on Rainfall and Temperature Objective Forecast for Guidance in Provincial Forecasting Operation

Chen Beilian

(Guizhou Meteorological Observatory, 550002)

#### Abstract

By use of the T106 NWP products and the MOS method, the 1—5 days rainfall and temperature forecast equations of 81 stations in Guizhou province were established. It was proved working well by operational test, providing the effective objective forecast products for guidance in provincial forecasting operation. Furthermore, some proposal to improve the equations are given.

**Key Words:** NWP objective forecast MOS method