

# 利用 MM5 模式输出产品制作雾的客观预报<sup>①</sup>

贺 皓 姜创业

徐旭然

(陕西省专业气象台,西安 710014)

(山东省烟台市气象局)

## 提 要

利用 MM5 中尺度非静力模式输出产品进行深加工,对陕西省高等级公路大雾进行预报。由于模式输出产品有每小时的湿度场、风场和气温预报场,这些要素场和雾形成关系密切,应用 PPI、MOM 和 MEC 方法对陕西省 4 条高等级公路 14 个站点大雾进行预报,业务使用证明该方法是可行的。

**关键词:** MM5 模式 模式输出产品 大雾

## 引 言

目前,数值预报模式多样,输出产品丰富,研制客观的使用技术是各级气象台预报研究的重大课题。特别在专业预报服务中,用户生产过程需要解决的气象问题种类繁多,客观化的应用技术开发研究显得尤为重要,如高速公路大雾预报即是如此。在近几年的降水预报中,动力释用技术,统计释用方法,都取得了比较明显的效果。对于连续性变量,如湿度、高度场有卡尔曼(Kalman)滤波方法。近年来,各地高速公路发展迅猛,制约高速公路的灾害性天气比较多,大雾是其中一种。雾导致能见度低劣,影响司机视线,往往造成交通事故。如 2001 年 10 月 21 日西一宝高速公路由于大雾弥漫,发生多起追尾事故。大雾常常加重城市的大气污染,对人体健康不利。因此,有必要准确地做出雾的生成和消散预报。有关这方面的内容,我们已在“陕西省高等级高速公路大雾预报”课题中作了详细研究,本文介绍数值预报产品在大雾预报中的应用。

## 1 数值预报产品的释用技术方法

### 1.1 PPI 方法

雾的形成和湿度  $f$ 、温度  $t$ 、风  $v$  等气象要素有关。统计发现,雾的出现和各种气象要素有一临界值,即:

$$p(y) = f(x_i) \quad x_i \text{ 为 } f, t, v$$

应用完全预报(PP)方法思路

$p(y^{-1}) = f(x_i) \leq A$  该事件即不出现,由此确定这个值  $A$  为预报该类事件(大雾)的指标,即消空指标,称作 PPI 方法。

消空指标  $A$  的确定:

设有  $N$  个样本资料  $x_i (i = 1, 2, 3, \dots, n)$  且  $N$  是足够大(按序排列),对应有  $N$  个预报对象  $y_i (i = 1, 2, 3, \dots, n)$ , 根据实际情况,当确定出  $x_i$  分段的界定值后,就可分段统计出  $y$  的频率

$$p(y) = \frac{\sum_{i=1}^m y_i}{m}$$

$m$  是某段内的样本数,当  $p(y) = 0$  时,就可确定出  $x_i(B)$ ,  $B$  代表某一段的下限。

即  $P(y^{-1}) \leq x_i(B) = A$

此项工作也为统计方程中提高天气预报

<sup>①</sup> 本研究项目得到国家气象局法规司经费支持

对象的气候概率作了准备工作,  $p(y)$  值大者也可作为预报指标应用。

用 1991~2000 年 10~4 月共 1698 天资料, 分别统计出陕西省 4 条高速公路各段不出现大雾的湿度、温度和风速的指标(表 1)。

表 1 大雾不出现的湿度、温度和风速指标

站名	相对湿度 $f$	风速 $v$ /m·s <sup>-1</sup>	温度 $t/^\circ\text{C}$		
西潼	西安	$\leq 0.80$	$\geq 5.0$	$\geq 19$	
	临潼	$\leq 0.66$	$\geq 5.0$	$\geq 21$	
	渭南	$\leq 0.76$	$\geq 3.2$	$\geq 20$	
	潼关	$\leq 0.75$	$\geq 3.2$	$\geq 20$	
西宝	咸阳	$\leq 0.67$	$\geq 5.0$	$\geq 20$	
	武功	$\leq 0.73$	$\geq 4.0$	$\geq 19$	
西延	宝鸡	$\leq 0.66$	$\geq 4.0$	$\leq -3.0$	$\geq 16$
	铜川	$\leq 0.45$	$\geq 3.3$	$\leq -10.0$	$\geq 17$
	宜君	$\leq 0.23$	$\geq 10.0$	$\leq -13.0$	$\geq 19$
	洛川	$\leq 0.41$	$\geq 10.0$	$\leq -13.1$	$\geq 15$
	延安	$\leq 0.84$	$\geq 5.0$	$\leq -5.0$	$\geq 16$
西康	石泉	$\leq 0.62$	$\geq 6.0$	$\geq 20$	
	柞水	$\leq 0.93$	$\geq 2.0$	$\leq -3.5$	$\geq 17$
	安康	$\leq 0.84$	$\geq 2.0$	$\geq 20$	

大雾出现是小概率事件, 陕西省大雾最大气候概率为 20% (石泉, 位于秦岭南部汉江边), 最小为 2% (延安, 位于陕北黄土高原, 宝鸡, 位于八百里秦川之西端), 具有地域性和时段性, 因此, 作为日常业务工作, 有理由把三要素作为消空指标对待。

实际应用时, 把 MMS 输出的产品代替  $f, t$  和  $v$ 。

### 1.2 MOM 方法

大雾是在一定相对湿度条件下, 且风速不宜过大情况下形成的, 对温度要求并不严格。由 MMS 模式每小时输出的预报产品, 统计分析发现只要  $\Delta f > 0$  且  $v < \alpha$  就有大雾出现的可能。就是说: 湿度随时间变化是增大的, 且风在一定临界值范围内。根据这个思路, 也为了实际业务需要, 采用了以下做法:

$$\text{设 } f_{i+1,j} - f_{i,j} = \Delta f_j$$

若  $\Delta f_j \geq 0$  记为  $b_k = 1$ ; 否则  $b_k = 0$ ;

$$\text{令 } \sum_{k=1}^n b_k = \Delta f_{sum}$$

若  $\Delta f_{sum} \geq 3$ , 且  $v \leq p_A$ , 预报有雾形成;

若  $\Delta f_{sum} \geq 3$ , 且  $v > p_A$ , 预报有雾形成, 但消散较快;

若  $\Delta f_{sum} < 3$ , 且  $v \leq p_A$ , 预报湿度在减小, 不易形成雾;

若  $\Delta f_{sum} < 3$ , 且  $v > p_A$ , 预报没有雾。  
 $P_A$  值一般参照表 1 中风的消空值  $V_A$ 。

### 1.3 MEC 方法

此方法称为模式误差订正方法。实际上数值预报输出产品的误差是不可避免的, 就是说, 预报值不能完全代替实测值, 但怎样把此误差减小到最小程度, 是该方法考虑的主要因素。

设:  $(A_S)_j^t$  为第  $j$  站  $t$  时刻的实况场, 为了分析方便, 取  $t = 0$ , 即为客观分析场。

$(A_F)_j^t$  为  $t$  时刻第  $j$  站预报值。则  $t$  时刻的预报误差  $(E_j^t)$  为

$$(E_j^t) = (A_S)_j^t - (A_F)_j^t$$

这时:

$$(A_F)_j^{t+\Delta t} = (A_F)_j^{t+\Delta t} + (E_j^t)$$

用前一时间  $t$  的预报误差订正后一时间  $t + \Delta t$  的预报值。

只要

$$(A_F)_j^{t+\Delta t} \geq p_1 \quad \text{有大雾};$$

$$p_2 \leq (A_F)_j^{t+\Delta t} < p_1 \quad \text{有轻雾};$$

$$(A_F)_j^{t+\Delta t} < p_2 \quad \text{无雾};$$

上式中,  $i = 18, 19, 20, \dots, 24$ , 预报时间步长;  $j = 1, 2, 3, \dots, 14$ , 为测站,  $k = 1, 2, 3, \dots, 6$ , 为时间间隔。

实际作用中, 不同的大雾预报站点有不同的阈值  $p_1, p_2$ 。

## 2 业务使用效果分析

我们在准业务试用中检验了 2001 年 10 月 16 日~11 月 18 日共 32 天的使用情况。检验标准有所放宽, 如果该站有轻雾出现, 按

一个雾日统计。采用 TS 评分办法:

$$TS = \frac{H}{F + O - H}$$

使用结果见表 2。从表 2 可以看到:两种方法都有一定的预报能力,但总的来说,第一种方法 MOM 比第二种方法 MEC 预报效果要好。

西安—渭南线路预报效果差不多;西安—宝鸡线路西段好于东段;西安—延安线路、北段预报效果差一些,这可能和气候概率有关;西安—安康线路预报效果都处于中上水准,是可以作为业务使用的。

表 2 MOM 和 MEC 方法对大雾预报结果

	预报次数 F		出现次数 O	正确次数 H		TS	
	MOM	MEC		MOM	MEC	MOM	MEC
西安	28	13	20	19	9	0.66	0.38
延安	18	15	10	8	9	0.4	0.56
宝鸡	26	6	19	16	5	0.9	0.25
铜川	21	18	11	11	10	0.52	0.53
安康	27	9	28	24	8	0.77	0.28
渭南	28	9	16	15	6	0.52	0.53

### 3 小 结

由于雾的出现和湿度相联系,湿度也是

下雨的必要条件,湿度大、是表示下雨还是雾,这需要预报员根据天气形势和经验判断。

总的来说,第一种数值模式释用方法 MOM 比第二种数值模式误差订正方法 MEC 预报效果要好。

MOM 方法和 MEC 方法有时结果不太吻合,这需要在积累一段时间资料后进行集成预报。

### 参考文献

- 1 夏建国. 区域性、持续性暴雨数值预报产品动力释用技术研究,暴雨业务预报方法和技术研究. 北京:气象出版社,1996.
- 2 陆如华. 卡尔曼滤波的数值计算方法及其应用. 应用气象学报,1997,8(1):34~43.
- 3 朱盛明,曲学实. 数值预报产品统计释用技术的进展,北京:气象出版社,1988.
- 4 贺 皓,吕 红. 卡尔曼滤波和逐步回归方法在温度预报中的适应性探讨. 天气预报技术论文集,北京:气象出版社,1999.

## An Objective Forecast Method of Heavy Fog with MM5 Model Output

He Hao Jiang Chuangye

(Shaanxi Professional Meteorology Observatory, Xian 710015)

Xu Xuran

(Yantai Meteorology Office)

### Abstract

Using the results calculated from the model output production of mesoscale model (MM5) the forecast of heavy fog on the high way in Shaanxi province is made. In the output productions, there are some elements, such as moisture, wind and thermal fields per hour, which a closely related with the formation of fog. Then, using the methods of PPI, MOM and MEC, the fog forecasts of 14 point on four expressway in Shaanxi province can be presented. It is shown that the forecast method is proved to be available.

**Key Words:** MM5 model the production of model output heavy fog