

# 全国248站中一大雨以上降水 概率MOS预报及其因子设计

夏 建 国

(北京气象中心)

## 提 要

本文给出了全国中一大雨以上降水概率MOS预报的制作方法、样本过滤条件、预报因子的设计与推导、预报值后处理以及检验与误差原因分析。还论述了MOS预报中采用 $\sigma$ 面上的数值预报产品作因子、两维二次插值和预报值变量因子的作用与求取方法。

### 一、概述

1987年5月30日北京气象中心通过传真向各地发布全国248站中一大雨以上(以12小时降水量 $\geq 10\text{mm}$ 为界,下同)降水概率MOS预报,供各级气象台制作降水预报参考。这一降水概率MOS预报系以B模式的数值预报产品为基础,其预报时效分别为36—48和48—60小时,后者暂未广播。现对其方法、内容进行介绍,以便于了解和使用的。

国内外气象预报评价专家在研究了对坏天气进行防护的支出和不防护的损失,并比较各种预报〔纯气候预报、分类(肯定、否定)预报和概率预报〕作决策的经济价值后指出〔1〕,概率预报的价值总是正值,并都大于分类预报。降水MOS预报以概率的形式发布,是为了给预报员提供一种大降水出现可能性大小的估计,这可能比根据临界概率转化为肯定或否定的预报要好。预报分两个12小时时段制作是为了提高时间精度和便于反映各地大降水的地方性特点。

### 二、样本资料及其过滤方法

本方案以1983—1986年4年的5月30日至9月30日的天气报告中6小时雨量资料为依据,分00—12Z和12—00Z两个12小时时段相加而得。各年取124天降水资料,由于1983年有3天没有数值天气预报资料,故248个站均为493个原始样本。

从248个站的4年降水资料来看,其12小时降水量 $\geq 10\text{mm}$ 的气候概率达0.1,出现在00—12Z(白天)只有37站,出现在12—00Z(晚间)仅33站。不论是白天还是晚间,248站中有85%的站点其气候概率在0.1以下。若直接以这些样本作统计,建立起来的预报方程其分辨率比较低,算出的预报概率也都很小。美国国家天气局技术发展实验室设计、制作MOS预报时,对小概率的大降水资料样本,采用在同一降水气候相似区域内大降水样本共享的方法,建立一个区域预报方程,以提高大降水的气候概率。实践表明,这种方法是有效的,但同时也带来弊病。同一个区域方程要适用于该区域的各站点,方程的因子种类、系数对各站均相同,只是因子值(按因子种类插值至各站上空的数值预报值)不同。由于B模式的网格距为381km,相邻两站(如北京与天津)不足一个格距,经两维二次插值后计算出的预报概率值相差不多,这对作区域大降水概率预报是可行的。但对于大降水的落点预报来讲,方程与各站出现大降水的相关程度下降了。与单站预报方程相比,区域预报方程与全体入选因子的复相关系数普遍下降,其相对下降率在15—25%之间〔相对下降率= $(R_{\text{单}} - R_{\text{区}})/R_{\text{区}}$ 〕。

本预报方案采用不同的气象条件对资料样本进行过滤的方法,以提高大降水的气候

概率, 但又不降低预报方程与入选因子的复相关系数。各站均有自己的六个标准作为过滤条件, 如同时满足六个条件, 则该样本删去, 不进入统计。例如上海市的过滤条件是:

(1) 三层(500hPa、0.7和0.9 $\sigma$ 面)大气的平均相对湿度 $<40\%$ ; (2) 0.7 $\sigma$ 面上的 $v$ 分量 $<-2\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ; (3) 0.7 $\sigma$ 面的涡度 $<-24\times 10^{-6}\text{s}^{-1}$ ; (4) 0.9 $\sigma$ 面的垂直速度 $>14\times 10^{-6}\text{hPa}\cdot\text{s}^{-1}$ ; (5) 0.9 $\sigma$ 面的散度 $>1\times 10^{-6}\text{s}^{-1}$ ; (6) 中低层水汽通量散度的垂直输送 $>10$ 个单位, 其单位为 $10^{-6}\text{g}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{hPa}^{-1}\cdot\text{s}^{-3}$ 。用上述条件对上海4年汛期493个样本进行过滤, 其结果可以删去107个样本。4年中, 白天段(00—12Z) $\geq 10\text{mm}$ 以上降水为47次, 气候概率为 $47/493=0.095$ ; 经过滤后剩下386个样本, 气候概率为 $47/386=0.122$ , 提高率为28.4%, 效果是明显的。在本预报程序设计时, 要对248站分别求取它们的过滤条件, 其步骤为:

(1) 从4年汛期493天的B模式数值预报场及其推导因子场中, 将对应于出现 $\geq 10\text{mm}$ 降水的预报资料逐日输出; (2) 根据有利于出现大降水的动力学与热力学条件, 挑选物理意义清楚同时数值分布离散程度较小的因子; (3) 选择能反映该站地方性特点的因子。如北京的过滤条件中有0.9 $\sigma$ 面的东西风分量, 它可作为有无低空回流的标志。

### 三、预报因子设计及其特点

首先从造成大降水的动力、热力、水汽和天气学条件设计出415个预报因子, 再从中挑选出250个(50种 $\times$ 5个时效)有利于产生大降水的B模式预报场或推导因子, 作为回归筛选的候选因子, 其中有: 反映大气温湿状态的 $\theta_{se}$ , 反映湿层厚度的三层平均相对湿度, 反映水汽辐合强度的水汽通量散度, 反映对流性不稳定的高低层 $\theta_{se}$ 之差, 以及反映上升运动的 $\omega$ 和高低空水平散度之差等。

250个因子的序号是: 1—50为B模式的24小时预报及推导因子; 51—100为36小时预报; ……; 201—250为72小时预报。

下面以48小时预报资料为例, 给出50种因子的内容、层次及单位等, 其它预报时效的资料亦同。

表1中符号的含意是: H为位势高度, P为气压, T为气温, Q为比湿,  $u, v$ 为风的东和南北分量(西、南风为正), VOR为相对涡度, RH为相对湿度,  $\overline{RH}$ 为三层的平均相对湿度,  $\omega$ 为垂直速度(负值表示上升), QV为水汽通量,  $\theta_{se}$ 为假相当位温, DIV为散度, DIM为水汽通量散度, MUP为水汽通量散度的垂直输送,  $\Delta(\ )_{24}$ 表示24小时变量。下标0为海平面, 5为500hPa, 7为0.7 $\sigma$ , 9为0.9 $\sigma$ , 579表示500hPa、0.7 $\sigma$ , 0.9 $\sigma$ 三层之和, 39及59分别表示300hPa与0.9 $\sigma$ 面之差以及500hPa与0.9 $\sigma$ 面之差。下标24、48为24及48小时的数值预报值。

本方案的因子设计有如下特点:

1. 垂直方向采用B模式的 $p-\sigma$ 混合坐标, 600hPa以上为等压面, 600hPa以下为等 $\sigma$ 面, 地面 $\sigma=1$ , 所以0.9 $\sigma$ 与0.7 $\sigma$ 面均在地面以上, 在这两个 $\sigma$ 面上算出的各物理量能反映低空大气的状态。这样可以避免在高原地区850hPa等压面会在地面以下而失去意义的情况。

2. 设计了10种不同时效之间预报值的变量(或差值)因子, 如 $\omega_{48}-\omega_{24}$ 。在不少地方 $\omega$ 的变量比 $\omega$ 值与降水的关系要好。比如在青藏高原东部边缘地区, B模式预报的 $\omega$ 常是正值——即下沉, 而改用 $\omega$ 的时间变量 $\omega_{48}-\omega_{24}$ 就能改善这种状况。如地处高原东侧的四川康定, 在4年汛期中有56次中一大雨以上降水发生在夜间, 其中有16次0.7 $\sigma$ 面的 $\omega$ 为正值(下沉), 而 $\omega$ 的变量却是负值(上升加强或是下沉减弱), 这表明了 $\omega$ 的变量比 $\omega$ 本身更能反映该地的低空气流是否有利于产生降水。反映大气稳定度变化的垂直温差之变量和反映冷空气活动的低空变温等因子, 也都有类似功能。在用多元回归模型求取MOS预报方程时, 不论南方或北方, 入选的变量因子均占25%以上, 并且程度不等地提高了MOS方程的质量。

表 1

预报因子表

序号	因子代号	单位	序号	因子代号	单位
101	H <sub>5</sub>	gpm	126	ω <sub>5</sub>	10 <sup>-5</sup> hPa·s <sup>-1</sup>
102	P <sub>5</sub>	hPa	127	QV <sub>5</sub>	10 <sup>-1</sup> g·cm <sup>-1</sup> ·hPa <sup>-1</sup> ·s <sup>-1</sup>
103	T <sub>5</sub>	K	128	QV <sub>7</sub>	10 <sup>-1</sup> g·cm <sup>-1</sup> ·hPa <sup>-1</sup> ·s <sup>-1</sup>
104	T <sub>5</sub>	K	129	QV <sub>5</sub>	10 <sup>-1</sup> g·cm <sup>-1</sup> ·hPa <sup>-1</sup> ·s <sup>-1</sup>
105	T <sub>7</sub>	K	130	θse <sub>55</sub>	K
106	T <sub>5</sub>	K	131	θse <sub>7</sub>	K
107	Q <sub>5</sub>	g·kg <sup>-1</sup>	132	θse <sub>5</sub>	K
108	Q <sub>7</sub>	g·kg <sup>-1</sup>	133	DIV <sub>55</sub>	10 <sup>-5</sup> s <sup>-1</sup>
109	Q <sub>5</sub>	g·kg <sup>-1</sup>	134	DIV <sub>575</sub>	10 <sup>-5</sup> s <sup>-1</sup>
110	u <sub>5</sub>	m·s <sup>-1</sup>	135	DIV <sub>7</sub>	10 <sup>-5</sup> s <sup>-1</sup>
111	u <sub>7</sub>	m·s <sup>-1</sup>	136	DIV <sub>5</sub>	10 <sup>-5</sup> s <sup>-1</sup>
112	u <sub>5</sub>	m·s <sup>-1</sup>	137	DIM <sub>575</sub>	10 <sup>-1</sup> g·cm <sup>-1</sup> ·hPa <sup>-1</sup> ·s <sup>-2</sup>
113	v <sub>5</sub>	m·s <sup>-1</sup>	138	DIM <sub>7</sub>	10 <sup>-1</sup> g·cm <sup>-1</sup> ·hPa <sup>-1</sup> ·s <sup>-2</sup>
114	v <sub>7</sub>	m·s <sup>-1</sup>	139	DIM <sub>5</sub>	10 <sup>-1</sup> g·cm <sup>-1</sup> ·hPa <sup>-1</sup> ·s <sup>-2</sup>
115	v <sub>5</sub>	m·s <sup>-1</sup>	140	MUP <sub>55</sub>	10 <sup>-5</sup> g·cm <sup>-1</sup> ·hPa <sup>-1</sup> ·s <sup>-2</sup>
116	H <sub>7</sub>	gpm	141	(H <sub>45</sub> -H <sub>24</sub> ) <sub>5</sub>	gpm
117	H <sub>5</sub>	gpm	142	(T <sub>45</sub> -T <sub>24</sub> ) <sub>5</sub>	K
118	VOR <sub>5</sub>	10 <sup>-5</sup> s <sup>-1</sup>	143	Δ(T <sub>55</sub> ) <sub>24</sub>	K
119	VOR <sub>7</sub>	10 <sup>-5</sup> s <sup>-1</sup>	144	(v <sub>45</sub> -v <sub>24</sub> ) <sub>5</sub>	m·s <sup>-1</sup>
120	VOR <sub>575</sub>	10 <sup>-5</sup> s <sup>-1</sup>	145	(H <sub>45</sub> -H <sub>24</sub> ) <sub>5</sub>	gpm
121	RH <sub>575</sub>	%	146	(VOR <sub>45</sub> -VOR <sub>24</sub> ) <sub>5</sub>	10 <sup>-5</sup> s <sup>-1</sup>
122	RH <sub>7</sub>	%	147	(ω <sub>45</sub> -ω <sub>24</sub> ) <sub>7</sub>	10 <sup>-5</sup> hPa <sup>-1</sup> ·s <sup>-1</sup>
123	RH <sub>5</sub>	%	148	Δ(θse <sub>55</sub> ) <sub>24</sub>	K
124	ω <sub>575</sub>	10 <sup>-5</sup> hPa·s <sup>-1</sup>	149	(θse <sub>45</sub> -θse <sub>24</sub> ) <sub>5</sub>	K
125	ω <sub>7</sub>	10 <sup>-5</sup> hPa·s <sup>-1</sup>	150	Δ(DIV <sub>55</sub> ) <sub>24</sub>	10 <sup>-5</sup> s <sup>-1</sup>

3. 不同预报时效的因子用于同一预报时效的 MOS 方程。这是因为数值天气预报存在着系统性的偏快、偏慢现象，而且在不同地带有着不同的表现，为了改善这种状况，本方案采用前后预报时效的因子同时输入的方法。比如在求取 36—48 小时大降水概率预报方程时，同时输入 36、48、60 小时的预报因子各 50 个，由计算机根据因子与大降水的相关程度、因子间的独立性以及各自的方差贡献等，来选择进入方程的因子。

#### 4. 若干因子的推导

表 1 所列的 50 种预报因子中，有不少已作过介绍，这里不再重复。下面只对两种作些说明。

(1) 等 σ 面上相对湿度 RH 的求法  

$$RH = q/q_s \quad (1)$$

q 为比湿，q<sub>s</sub> 为饱和比湿。

$$q_s = 0.622E/P$$

$$= 0.622 \times 6.11 \times 10^4 t/P \quad (2)$$

E 为水汽压，P 为气压，A = 7.5t/(237.3 + t)，t 为摄氏温度。在等 σ 面上，P 是变量。根据 B 模式垂直坐标的设计，0.7σ 面上的气压为：

$P_{07} = PM + (0.7 - CM) \times P_{00}$ ，PM = 600hPa，CM = 0.6，P<sub>00</sub> 为 σ = 1 处的气压，即场面气压。

$P_{00} = (e^B - PM)/(1 - CM)$ ，其中

$$B = \frac{[(Z_0 - Z_{85}) \times Z_0 \times \log(700)] / [(Z_{70} - Z_{85}) \times Z_{70}] + [(Z_0 - Z_{70}) \times Z_0 \times \log(850)] / [(Z_{85} - Z_{70}) \times Z_{85}] + [(Z_0 - Z_{70}) \times (Z_0 - Z_{85}) \times \log(P_{sea})] / (Z_{70} \times Z_{85})}{}$$

其中 Z<sub>0</sub> 为海拔高度，Z<sub>85</sub>、Z<sub>70</sub> 分别为 850hPa 与 700hPa 的位势高度，P<sub>sea</sub> 为海平面气压。

将求得的 P<sub>07</sub> 和 T<sub>07</sub> 代入 (2) 式即可

求得  $0.7\sigma$  面上的  $q_s$ ，再将  $q_s$  和  $0.7\sigma$  面上的  $q$  代入 (1) 式，即可得到  $0.7\sigma$  面上的相对湿度。

(2) 水汽通量散度垂直输送因子的构成及其讨论

我们设计的水汽通量散度垂直输送 (MUP) 是个组合因子，公式如下：

$$MUP = \overline{RH} \times DIM_{500} \times DIV_{300} \quad (3)$$

$$\overline{RH} = \frac{1}{3} \times (RH_5 + RH_7 + RH_9) \quad (4)$$

其中  $RH_5$ 、 $RH_7$ 、 $RH_9$  分别为 500hPa、 $0.7\sigma$ 、 $0.9\sigma$  面上的相对湿度， $\overline{RH}$  即是三层的平均相对湿度； $DIM_{500}$  是 500hPa 与  $0.9\sigma$  面水汽通量散度之和； $DIV_{300}$  是 300hPa 与  $0.9\sigma$  面水平散度之差；MUP 的单位为  $10^{-6}g \cdot cm^{-1} \cdot hPa^{-1} \cdot s^{-3}$ 。

由上可见， $\overline{RH}$  反映了中低层大气的潮湿程度及是否有云。若某一气层的相对湿度达 70—75%，就对应着该气层有云存在，那么三层平均相对湿度  $\geq 70\%$ ，不仅对应着该地上空有中低云，而且云层深厚，这是造成大降水的重要条件之一。下面通过三个变量的状态组合 (见表 2) 来讨论其物理意义。

表 2

$\overline{RH}$	$DIM_{500}$	$DIV_{300}$	MUP	对应的运动状态
+	-	+	-	水汽辐合、上升
+	-	-	+	水汽辐合、下沉
+	+	+	+	水汽辐散、上升
+	+	-	-	水汽辐散、下沉

由表 2 可见，由于  $\overline{RH}$  总是正值，所以 MUP 的符号决定于  $DIM_{500}$  与  $DIV_{300}$  的符号。第一种情况，MUP 为负，即对应着中低空的水汽通量辐合并伴有由高空辐散、低空辐合引起的深厚上升运动，这种情况对大降水的生成与持续最有利。第二、第三种情况 MUP 均为正值，表明不利于深厚云层的生成，即使有中、低云，由于下沉或水汽通量辐散，云系也会趋于消弱。第四种情况，MUP 符号虽为负值，但最不利于深厚云系的生成与维持，那么当 MUP 为负值时，只要  $DIM_{500}$  同时为负，即是第一种情况，其绝对值越大，则越有利于大降水的产生。

## 5. 插值方法

所有预报因子都已从格点插至 248 个站上空，采用两维二次插值。通常先进行 X 方向的二次插值，再进行 Y 方向的二次插值。X 方向的二次插值公式为：

$$f(x) = f(x_0) + [f(x_1) - f(x_0)]dx + \frac{[f(x_2) - f(x_0) - f(x_1) + f(x_{-1})]}{2} \cdot \frac{dx(dx-1)}{2!}$$

这里  $dx = x - x_0$ ，是测站离格点  $x_0$  的距离，上式是由牛顿插值多项式，令  $\Delta x = 1$ ，则可得到。Y 方向的二次插值公式只需将所有的  $x$  换为  $y$  即可。

上述问题曾作过介绍<sup>(2)</sup>，这里从简。现补充一点是：两维二次插值比两维线性插值的精度要高，尤其在锋区附近，将两种插值所得的因子值代入同一方程，其计算结果，降水概率可差 0.1，温度预报可差  $1.4^\circ C$ 。

## 四、MOS 方程及预报值后处理

在预报因子和预报量准备好之后，采用多元回归方法即可求得 MOS 预报方程。每个方程对应一个站点、一种预报时效，共有 248 个方程用于计算 36—48 小时中一大雨以上的降水预报概率。每个方程由 12 个预报因子、1 个常数项和 12 个回归系数组成，算出的是预报概率 ( $0 \leq P < 1$ )。

我国地域辽阔，横跨了几个气候带，中一大雨以上的气候概率，南、北方的差异很大。如内蒙古朱日和和河南洛阳 4 年汛期均只有 2 次 10mm 以上的夜雨，而云南江城却有 105 次。由于用回归方程算出的预报概率通常是摆动在均值 (气候概率) 附近，当把 248 个站的降水预报概率同时填在一张图上，就会发现不好比较。因为预报员不可能记住那么多站的气候概率或临界概率，因此必须进行预报值后处理，这是其一。其次是因为对应于实况有、无大降水的预报概率值差别不明显，在预报值后处理时设法扩大这种差别，并把 248 个站的预报概率调整到相同的使用水平。其方法通过具体例子来说

明(表3)。

MOS大降水概率预报的计算及其后处理的大致步骤为(M-170计算机内进行,无需人工干预):

表3

	回归方程算出		经后处理 预报概率	样本拟合 (≥10mm降水)			回归方程算出		经后处理 预报概率	样本拟合 (≥10mm降水)	
	概率	次数		有	无		概率	次数		有	无
武汉	0.32	5	0.66	1	4	洛阳	0.14	1	0.63	1	0
	0.30	5	0.66	5	0		0.09	2	0.00	0	2
	0.22	9	0.54	3	6		0.08	3	0.52	1	2
	0.17	2	0.00	0	2		0.06	4	0.06	0	4
	0.14	23	0.14	1	22		0.04	12	0.04	0	12
	0.12	26	0.12	0	26		∴	∴	∴	∴	∴
∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	

个过滤条件—计算MOS大降水预报概率—逐站将当天各自的预报因子值与过滤(消空)条件作比较,6个条件全部符合者,预报概率输出为0.0—读入各站的四个级别(0.30、0.40、0.50、0.60)的临界概率—逐站将方程算出的预报概率与四级临界概率作比较,符合哪一级的概率,将预报概率调整到该级,低于0.30级的概率值不变—传真图上<0.30的概率值不填。

由表3可以看出,武汉站的方程预报概率≥0.30时,调整到0.60以上,从样本拟合来看,10次有6次出现了≥10mm降水;有2次方程预报概率为0.17,由于该站当日有6种预报因子值全部符合6个过滤条件,所以调整为0.0;另外有23次方程计算为

读入B模式145个基本预报场—推导165个MOS大降水概率预报专用因子场—将250个预报因子的格点值插值至248个站上空—读入248个预报方程—读入248×6

0.14,由于低于0.30级的临界概率,所以概率值不变。洛阳站有1次方程预报概率为0.14,由于已达到0.60级的临界概率,所以调整到0.60以上。比较这两个站的方程预报概率,同为0.14,在武汉站不变,而在洛阳站调整为0.63;如果不作调整,洛阳站的这次大降水很可能被忽略。

### 五、检验及误差原因分析

为了检验本预报方案的质量,首先以1983—1985年3年汛期的降水资料和同样的50×5个预报因子及同样的过滤条件,对40个大城市分别建立回归方程,然后对1986年汛期(5月30日—9月30日)逐日作出预报,其检验结果如下:

从表4看出,杭州的预报结果比北京好

表4 1986年5月30日—9月30日预报概率与大降水实况分布

地名	预报概率 <0.30		0.30—0.39		0.40—0.49		0.50—0.59		≥0.60		总计	
	YES	NO	YES	NO	YES	NO	YES	NO	YES	NO	YES	NO
杭州	2	77	1	13	2	8	3	5	5	8	13	111
北京	2	87	0	0	0	14	2	10	0	9	4	120
40站合计	148	3440	68	506	45	304	27	128	67	227	355	4605

注: YES为出现的次数, NO为不出现的次数, 预报时效为36—48小时。

得多。1986年汛期,杭州出现了13次白天的降水,其中10次(占77%)落在预报概率≥0.40的范围内,并伴有21次无大降水;而在北京的4次大降水中,仅有2次(占50%)落在预报概率≥0.40的范围内,却伴有33次无大降水。从40个站的合计来

看,总共355次大降水中,有207次(占58%)出现在预报概率≥0.30的范围内,伴有1165次不出现。这表明本方案对36—48小时中一大雨以上降水的落点预报有一定的预报能力,但分辨率不高。

此外,我们计算了40个站合计的B评

分。

$$B = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (F_i - O_i)^2 = 0.070,$$

$N = 124$ ,  $F_i$  为第  $i$  次的预报概率,  $O_i$  为第  $i$  次的实况, 出现大降水  $O_i = 1$ , 否则为 0。另外还根据当年的气候概率 ( $355/4960 = 0.071$ ) 计算了每天以气候概率 0.071 作为预报概率所得的 B 评分, 以 BC 表示,  $BC = 0.066$ , 由此可算出技巧评分 [3]  $S =$

$$\frac{BC - B}{BC} = -0.06, \text{ 技巧评分为负值当然不好,}$$

但对于概率比较大的事件, 技巧评分容易为正值 (如杭州)。同样的预报方案, 在预报小概率事件时, 技巧评分容易为负值 (如北京)。而我们总是希望概率预报具有较高的分辨率, 即多数或绝大多数实况大降水能落在概率 0.30 以上, 并且出现次数与不出现次数的比值随预报概率单调上升。

有些地方的中—大雨以上降水概率 MOS 预报的分辨率不高, 经初步分析有以下几点原因:

(1) B 模式能够预报出由大尺度天气系统产生的大降水, 但由于网格距较大 (381 km), 难以预报出中小尺度天气系统的产生及其发展。而中小尺度天气系统常常是产生大降水的直接实体, 它可以产生比大

尺度天气系统强 10—100 倍的上升速度。这是以 B 模式为基础的大降水概率 MOS 预报的分辨率受到限制的第一个原因。

(2) 许多预报因子的数值分布相当离散。例如北京, 其预报的 500hPa 涡度在  $-93.6—39.6$  个单位、 $0.7\sigma$  面上的相对湿度在  $39.8—89.7\%$ 、 $0.7\sigma$  面的垂直速度在  $-30.7—10.0$  个单位之间均可出现大降水。这种预报因子的离散性导致 MOS 预报方程的复相关系数偏低。

(3) 统计样本没有包括各种气候类型的年份, 如干、湿年, 双梅雨年、空梅雨年, 多登陆台风年等等, 致使统计规律不完全。

(4) 样本过滤条件和预报后处理的各级临界概率不适当, 不符合预报概率与大降水实况分布的非线性关系。

以上四个问题除第四个可以通过试验、研究予以改进外, 其余的在短时间内尚难以解决。

### 参考文献

- [1] 裘国庆, 天气情报和情报的使用和价值, 全国数值预报产品应用技术交流会文集, 北京气象中心, 1985 年 12 月。
- [2] 陆如华、夏建国, 国家 MOS 系统的建立及其产品, 气象, 第 1 期, 1986 年。
- [3] Harry R. Glahn, Yes, Precipitation Forecasts Have Improved, Bulletin of American Meteorological Society, Vol. 66, No. 7, 1985.

## MOS probability forecasts of moderate and heavy precipitation for 248 stations nationwide

Xia Jianguo

(Beijing Meteorological centre)

### Abstract

The approach to produce MOS probability forecasts of moderate and heavy precipitation is shown in the paper. So are the conditions to narrow sample size, design and derivation of predictors, procedure to adjust the forecast probabilities as well as verification and reasons for errors. And it expounds how the fields on  $\sigma$  surfaces from model forecasts used as predictors, two dimensional interpolation, and variables' changes are made and employed in MOS forecasting. Their effects on MOS forecasts are also explained.