

# 分类预报中的一个通用临界概率模式

刘健文 王炳仁

(空军第七研究所)

## 提 要

本文介绍了一个用于分类天气预报的临界概率模式，并进行了统计量评分检验。计算结果验证了模式的通用性和实效性。

## 一、引 言

概率天气预报是目前应用较多的统计预报方法。在给出预报对象的概率估计值的情况下，不便于人们直接使用。因此，如何将预报的概率转换成天气类型，就成了人们关心的问题。

对于分类预报的天气决策，国外曾进行过多方面的探讨。许多人研究过效用函数<sup>[1][2]</sup>，但形式过于单一。1978年Bermonowitz提出了分类经验方法<sup>[3]</sup>，并提供给美国国家气象局技术发展实验室(TD L)业务使用。美国航空天气要素MOS预报曾经采用过放大技术<sup>[4]</sup>、最小偏差矩阵技术<sup>[5]</sup>等。这些方法虽都取得了一定的预报效果，但应用起来比较繁琐，需要大量的计算工作。

1979年，美国技术发展实验室的R. G. Miller和空军气象局(AWS)的D. L. Best合作，提出了一个通用临界概率模式(general threshold probability model)，称之为M. B模式。在该模式中，把预报量的临界概率跟其气候值及预报模型(方程)的质量(用复相关系数衡量)直接

地联系起来，使临界概率的选取具有明确的涵义。模式本身又简明实用，能够方便地服务于对天气预报有着不同要求的用户，因此很快得到了广泛的应用。从1981年起，美国航空天气要素MOS预报就使用这种临界概率技术取代原来的类型预报决策方式。

近年来我们进行了使用广义等效马尔科夫模式(GEM)制作北京地区航空气象要素逐时预报的研究工作<sup>\*</sup>，其中将概率预报转换为类型的计算，采用了Miller和Best的通用临界概率模式。本文结合几方面的试验结果，对M. B模式作一分析和介绍。

## 二、模式概述

Miller和Best提出的通用临界概率模式为：

$$P_c = FR(0.5 - C) + C$$

其中 $P_c$ 即为要求的临界概率值； $C$ 为预报对象的气候概率； $R$ 为预报量和预报因子之间的复相关系数， $F$ 为调整参数，视预报效果检验的需要在 $0-1/R$ 之间取值。

在建立预报模型(方程)的同时，可以

\* 王炳仁、刘健文，应用GEM模式作北京地区航空气象要素逐时预报的探讨，1985。

从样本中求出气候概率和复相关系数。这样，给定  $F$  以后，就可相应地确定预报量的临界概率值。假设事件划分成互不相容的完备的若干级，当某一级的预报概率超过给定的临界值时，就选择这一级为该事件的类型预报。

对不同的服务对象，可以根据其不同的需要来决定参数  $F$  的取值，以作出合适类型的决策预报。

#### 1. 最大概率模式 ( $P_c = 0.5$ )

设  $R = 1$ ，当  $F = 1$  时，M.B 模式的  $P_c = 0.5$ 。用  $P_c = 0.5$  作为临界判据，实际上等价于选择最大概率为预报类型。因为把着眼点放在大概率事件上，这一模式的预报准确率往往是最高的。但同时，因为忽视了小概率事件的预报，在一定程度上降低了模式的实用价值。

#### 2. 气候模式 ( $P_c = C$ )

这时 M.B 模式在  $F = 0$  时的一种特例。这种直接用气候概率作预报临界值的探索是 Gringorten 最先进行的<sup>[6]</sup>，因此亦称之为 Gringorten 模式。

气候模式纠正了最大概率模式对小概率事件“不灵敏”的缺点，但又走向了另一面，即对小概率事件预报过多。这对那些十分关心小概率灾害性天气的用户而言，是比较适宜的，因为他们常取宁空（报）勿漏（报）的态度。但对其他用户而言，过多的天气警报反而会影响工作效率。

#### 3. 单位偏差模式 ( $P_c = R(0.5 - C) + C$ )

当  $F = 1$  时，M.B 模式转化为该种形式。从式中可以看出， $P_c$  是随  $R$  变化的。这样的临界值计算，既考虑了预报量出现的频率，又与预报方程本身直接相关。

单位偏差模式，实际上是按照事件出现的程度来制作预报的。它完全避免了最大概率模式和气候模式的极端化问题，能比较好地体现出预报频率和观测频率之间的均衡。使用这种模式进行的预报，可以获得较好的偏差（Bias）得分。

#### 4. 最大 Threat 模式 ( $P_c = 0.698R$ )

$$(0.5 - C) + C$$

M.B 模式在  $F = 0.698$  时化为这种形式。该模式的临界值也是随  $R$  变化的。其特点是能够获得最大的 Threat 得分。取  $F$  为 0.698 是 Miller 和 Best 研究雨量预报方程，用最大 Threat 得分原则由线性回归推导出来的。推导时有关的参数取值，限定在以下范围：

$$0.079 \leq R \leq 0.573$$

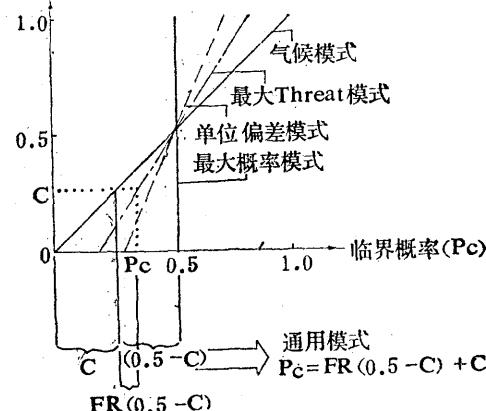
$$0.002 \leq C \leq 0.161$$

$$0.020 \leq P_c \leq 0.280$$

最大 Threat 模式，在设计上相对侧重于考虑小概率事件的预报。这在一定程度上增多了小概率事件的预报次数，但却不象气候模式那么多，提高了预报的准确率。

附图绘出了上述四种特殊形式临界概率模式之间的关系。

气候概率( $C$ )



附图 通用临界概率模式的配置

### 三、预报检验

用北京南苑 1975—1979、1981—1983 年 12 月逐时地面观测资料建立预报方程。1980、1984 年 12 月资料为试报样本。从每日 03 时起，制作 24 小时逐时预报。表 1 是采用各临界概率模式制作的不同时段能见度、天气现象、风向、风速和云量等天气要素的预报结果比较。统计时以最大概率模式的预报准确率为标准，+(-) 表示高(低)于这一标准，但不超过 5%；++(--)

表示远高(低)于标准,其差值超过5%。

从表1中可以看出,最大概率模式在绝大多数情况下获得了最高的预报准确率,与其它模式相比,预报水平和单位偏差模式及最大Threat模式基本相同,特别是3小时时段内,预报效果几乎完全相同。

我们又以能见度的预报结果来进一步考察各模式对小概率事件的预报情况,样本和计算过程同前。能见度分为 $\leq 2\text{km}$ 和 $>2\text{km}$ 两级,在样本中的比例为0.134和0.866。表2给出计算结果。

#### 四、结 论

1.改进预报模型本身能够提高概率预报的准确率,但是适当地选择临界概率值,也

表1 北京南苑GEM逐时预报结果比较

时段	结果 模 式	要素 能见度	天气 现 象	风向	风速	云量
1—3	最大概率	0	0	0	0	0
	气 候	—	—	—	—	—
	单位偏差	0	0	0	0	0
	最大Threat	—	0	0	0	0
1—12	最大概率	0	0	0	0	0
	气 候	—	—	—	—	—
	单位偏差	—	+	—	—	+
	最大Threat	—	—	—	—	0
1—24	最大概率	0	0	0	0	0
	气 候	—	—	—	—	—
	单位偏差	—	+	—	—	+
	最大Threat	—	+	—	—	—

表2 北京南苑能见度 GEM 预报的统计检验

模 式	Bias		准 确 率 (%)	技 巧 得 分	Threat 得 分	$\chi^2$
	$\leq 2\text{km}$	$>2\text{km}$				
最大概率	0.5285	1.0730	91.00*	0.4956	0.3721	87.38
单位偏差	0.9171*	1.0128*	89.72	0.5412*	0.4286*	1.65*
最大 Threat	1.3627	0.9439	86.67	0.4981	0.4074	22.79
气 候	2.6736	0.7410	75.35	0.3779	0.3327	315.10

\* 为各栏的最优结果

有助于提高预报效果,增加服务的针对性,弥补预报模型的某些不足。

2.M.B模式形式简单,意义清晰,由于设计了调整项F,便于通用。目前的试验结果表明,它是一种较为有效的临界概率计算方法。

3.本文只给出了M.B模式的四种情况,今后可以根据不同的预报要求和具体情况,进行各种尝试,以探讨F的取值和更适宜的计算方式。

#### 参 考 文 献

[1] Glahn. H. R., The use of decision theory in meteorology with application to aviation weather, Mon. Wea. Rev., 92, 32—35,

1964.

[2] Bryan. J. R. and I. Enger., Use of probability forecasts to maximize various skill scores, J. Appl. Meteor., 6, 762—768, 1976.

[3] Bermowitz. R. L., and E. Zurndorfer., Automated guidance for predicting quantitative precipitation, Mon. Wea. Rev., 2, 122—128, 1978.

[4] Harry. R. Glahn., Fifth conference on weather forecasting and analysis, 32—35, 1974.

[5] Gary. M. Carter. and Harry. R. Glahn, Mon. Wea. Rev., Vol. 144, No. 7, 1565—1572, 1976.

[6] Gringorter. I. I., Verification to determine and measure forecasting skill, J. Appl. Metero., 6, 742—747, 1969.