

改进云的短时 MOS 预报的后处理技术

张立祥

DAVIDA. UNGER

(沈阳中心气象台, 110015) (美国国家气象局技术发展实验室, 20910)

提 要

针对 MOS 预报云高、云层质量不高的问题, 探讨了对云的 MOS 预报进行后处理的技术, 并应用于云的 MOS 预报中。结果表明, 这些技术方法提高了云高的预报质量, 消除了云高、云层和天空状况之间 MOS 预报结果的不合理现象。

关键词: 一致性 云的分层 临界值

引 言

在气象要素的客观预报方法中, MOS 方法^[1]越来越多地被人们所接受, 并广泛地应用在中短期及短时天气预报业务中。现在人们不仅用 MOS 方法做降水、气温、风等基本气象要素的预报, 而且做云量、云高、能见度等气象要素的预报^{[2][3]}, 它们被应用在交通、航空等领域。

从 1993 年开始, 美国国家气象局的技术发展室做最高云高、最低云高的 MOS 预报, 这些预报与原有的云量和云幕高度的 MOS 预报组成了较完整的天空云状的预报。但是, 由于云高、云量变化较快, 观测资料的质量不高以及 MOS 方法本身的限制等多种因素, 使得云高的预报质量不高, 云高与云量的预报结果也不一致。

Yacowar 和 Verret 在 1991 年做了对要素预报结果进行后处理的工作^[4], 取得较好效果。这里, 作者通过对云高的 MOS 预报结果分析, 给出了云高的一致性增强预报和云高分层预报两种后处理方法。

1 一致性增强预报

用 MOS 方法做三种云的高度预报, 它们是最高云高、最低云高和云幕高度, 分别用 CLH、CLL 和 CLG 表示。这里以 CLG 为例, 说明如何用一致性增强预报来改进 MOS 预报结果。

取初始观测云高做为每小时云高的预报值(共 20 小时), 称之为一致性预报。把一致性预报与实际 CLG 的 MOS 预报结果进行

评分比较(图略), 结果表明, 在预报初期的几小时内, 前者明显好于后者。这说明如不考虑一致性作用, 回归方程将低估初始观测的重要性。因此, 可以利用从初始观测得到的信息来改进 MOS 预报的结果。

1.1 分类

把初始观测的云高分为 6 类, 其定义如附表所示。分别计算每小时预报(直到 20 小时)与初始观测的差值, 根据精度要求, 取一定的间隔值, 把差值分别按正值和负值分成多种类别。这样, 在由初始观测云高分类为纵坐标, 差值类别为横坐标的坐标系中, 为云高的每小时预报与初始观测之差值定位。

附表 初始云高分类

分类	定义
1	<300m
2	300—1000m
3	1000—2500m
4	2500—3500m
5	3500—5500m
6	>5500m

1.2 计算量

计算上述坐标系中每点上的个例总数和实际 MOS 预报好于一致性预报的个例数。如用 F 表示每小时的预报值, I 表示初始观测值, O 表示相应时段上的观测值, 则 MOS 预报好于一致性预报可表示为 $|F - O| < |I - O|$ 。然后, 计算此种情况个例所占总数百分比(用 p 表示)。

1.3 临界值

对于任一高度分类, $p = 50\%$ 的等值线,

在差值的正值区和负值区分别对应两个值 T_A 和 T_B , 如图1所示。在 T_A 的左侧和 T_B 的右侧, 一致性预报好于 MOS 预报, 而在两端, 则相反。 T_A 和 T_B 分别被称为一致性预报上临界值和下临界值。

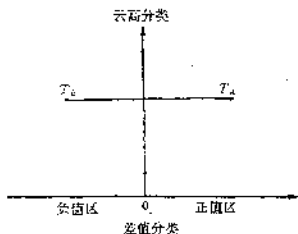


图1 一致性临界值

1.4 一致性增强预报

利用初始观测值和一致性临界值, 可以对 MOS 预报结果进行修正, 称为一致性增强预报, 用 F_P 表示。即

当 $T_B < F - I < T_A$ 时,

$$F_P = I, \text{ 否则 } F_P = F$$

图2给出了用一致性临界值做一致性增强预报的例子。图中横坐标是预报时段, 纵坐标是 MOS 预报与初始观测的差值, 实线是初始观测云高分类4时, 所求得的一致性临界值。当 $F-I$ 在某一预报时段落在阴影区内, 则用初始观测值代替 MOS 预报值, 否则, 保持 MOS 预报结果不变。从图2中还可以看到, 一致性作用随预报时段迅速减弱, 这与实际情况是相符的。

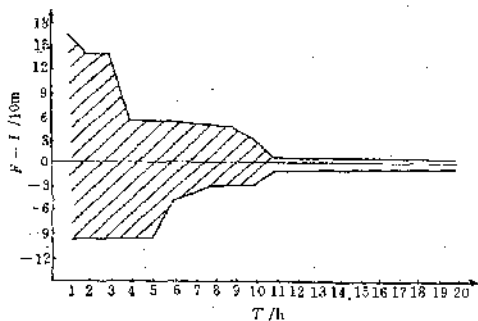


图2 一致性增强预报

1.5 检验

用1981—1984年的逐日资料, 计算一致性临界值, 并做一致性增强预报。图3是预报结果的评分。图中横坐标是预报时段, 纵坐标

是 HEIDKE 技巧评分, 实线代表一致性增强预报, 虚线代表 MOS 预报。可以看到, 在预报的最初几小时, 一致性增强预报的技巧评分高于 MOS 预报的技巧评分。说明用一致性作用来改进云高的 MOS 预报结果, 确实有效。

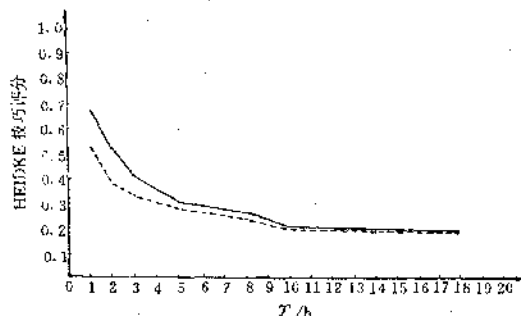


图3 云幕高度预报检验

实线: 一致性增强预报 虚线: MOS 预报

另外, 用1985年和1986年的资料, 对一致性增强预报进行独立样本的检验, 评分结果与图3所示基本相同(图略), 说明一致性临界值是客观的, 具有代表性。

2 云的分层预报

用 MOS 方法做的云高预报结果中存在两个问题: 其一, 由于分别用不同的 MOS 方程做低云、云幕和高云的预报, 因此, 它们总是同时存在的, 而实际情况则可能仅有一层或两层云; 其二, 根据定义, 在高度上, 高云应不低于云幕, 云幕不低于低云。但由于预报质量等原因, MOS 方程预报的云高之间则可能与定义不符。因此, 需要对 MOS 预报的云高进行修改, 从而做出合理的云分层预报。

2.1 云层分类

由于云量的 MOS 预报质量明显高于云高的 MOS 预报质量(图略), 所以, 可参考云量的预报结果, 对云高的预报进行修正。

根据人们习惯上对云量的分类(晴、少云、多云和阴天4类), 可以把云层的情况分为3类:

(1) 当云量的 MOS 预报为晴空时, 由于天空无云, 故不需考虑云层。

(2) 当云量的 MOS 预报为少云时, 说明天空有云, 但无云幕, 只需考虑低云和高云。

在这种情况下,需要找到某种判据,来确定是预报一层云(高云或低云),还是预报两层云。

(3)当云量的 MOS 预报为多云或阴天时,三层云都可能存在,这时需要两种判据,分别用以判定低云与云幕和云幕与高云之间是一层云,还是两层云。

2.2 分层临界值

在对云层进行判别时,需要找到一个临界值,这就是分层临界值。这里,以判定低云幕的分层临界值(用 T_{CL} 表示)为例,介绍得到分层临界值的方法。

首先,用观测资料计算出现两层云的个例百分比(用 p_0 表示)。 p_0 定义为

$$p_0 = \frac{\text{二层云}(CLG > CLL) \text{ 的个例数}}{\text{CLG 的个例总数}} \times 100\%$$

其中 $CLG > CLL$ 表示观测资料中低云和云幕同时存在的情况。

然后,用 CLG 和 CLL 的 MOS 预报结果,做出两层云差值的概率直方图(图略),这样,可以得到差值与个例百分比之间的关系。

其次,按照差值递减顺序对个例百分比进行累加,可以得到个例百分比与最小差值之间的关系(见图4)。例如,当两层云高度差不小于 1800m 时,约有 50% 的个例为两层云。

最后,利用由观测资料所得到的两层云个例百分比(p_0 表示)和个例百分比与最小差值关系曲线,可求得分层临界值,即 p_0 所对应的最小差值。从图4中可以看到,当 $p_0 = 81\%$ 时,最小差值为 1000m,就是说,如取

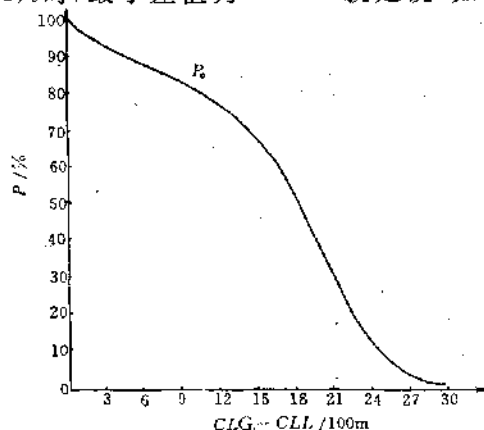


图4 个例百分比与最小差值关系曲线

1000m 为 CLG 和 CLL 的分层临界值,将有 81% 的预报个例是二层云,该百分比与实况相同。

类似地,可求得不同类型、不同高度和不同预报时段的云分层临界值。

2.3 云分层预报

利用分层临界值和云高的 MOS 预报结果,做出云的分层预报。图5给出了云分层预报的框图。在做云分层预报时,考虑了以下几种情况:

(1)在预报时段的初期,一致性作用明显,因此,假设一致性作用比云分层预报更重要,所以,经一致性处理的结果,不再做分层处理。

(2)由于 CLG 的 MOS 预报质量好于 CLL 和 CLH 的 MOS 预报质量(图略),所以,当分层预报 CLL 和 CLG 或 CLH 和 CLG 为一层云时,选择 CLG 为该层云的高度。

(3)根据统计分析,当分层预报 CLL 和 CLH 为一层云时,如 $CLH > 3000m$,则取 CLH 为该层云的高度;如 $CLL < 2300m$,则取 CLL 为该层云的高度;否则,取 CLL 和 CLH 的算术平均为该层云的高度。

取某站观测资料和 MOS 预报结果,利用分层临界值,做分层预报。结果表明,该方法不仅能消除不合理的云高结构,而且使预报 CLL 和 CLH 的质量有明显的提高(图略)。

以上介绍了两种后处理技术,其共同特点是,在 MOS 预报结果不甚理想的情况下,通过分析影响预报量变化的物理过程、预报量的变化规律和相互关系等,对 MOS 预报结果进行修正。

3 结语

虽然 MOS 方法用于气象要素的预报,已取得了一定的成功,但对于象云高这样多变、观测精度不高的气象要素,在应用 MOS 方法做预报时,可能会出现预报准确性不高,而用修改预报因子的方法又难以提高预报质量的问题。在这种情况下,利用一些物理过程清晰、合理的方法,对 MOS 方法的预报结果进行后处理,可以提高气象要素的预报质量。这里使用的一致性增强预报和云分层预报方法,正是根据云高、云量的存在和变化特点而

设计的,实践证明,这些方法是有效的。

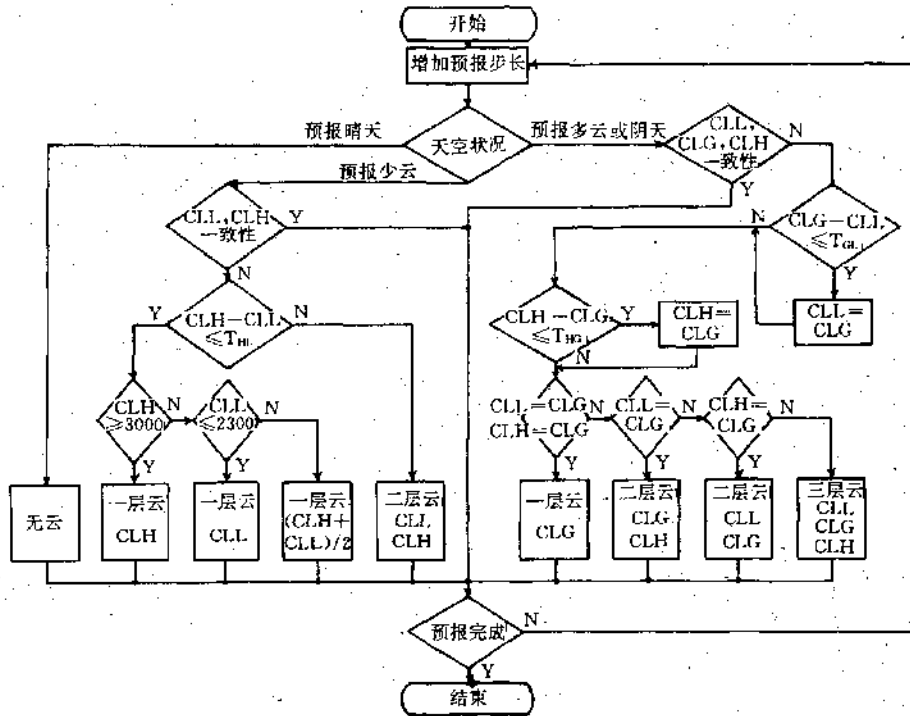


图5 云分层预报框图

参考文献

- 1 Glahn, H. R., D. A. Lowry. The use of Model Output Statistics (MOS) in Objective Weather Forecast. J. Appl. Meteor. 1972, 11, 1203-1211.
- 2 Glahn, H. R. 1991, The Evolution and Use of Statistical Guidance Forecasts in the United States. Programme on Short and Medium-Range Weather Prediction Research, Wageningen, the Netherlands.
- 3 Carter, G. M., H. R. Glahn. Objective Prediction of Cloud Amount Based on Model Output Statistical. Mon. Wea. Rev., 1976, 104, 1565-1572.
- 4 Yacowar, N., Verret, R. 1991, Updating Weather Element Forecasts through Postprocessing Techniques. Programme on Short and Medium-Range Weather Prediction Research, Wageningen, the Netherlands.

The Postprocessing Technique of Improving MOS Short-Term Forecast of Cloud

Zhang Lixiang

(Shenyang Central Meteorological Observatory, 110015)

David A. Unger

(Techniques Development Laboratory, NWS, Washington, D. C. 20910)

Abstract

In view of the poor quality of MOS forecast of cloud heights and cloud layers, the postprocessing techniques of MOS forecast are discussed and used in the operational MOS forecast. The results show that these methods are helpful in improving the quality of forecast cloud heights and eliminating the unreasonable results among the cloud heights, cloud layers and sky cover.

Key Words: persistence cloud layer separation threshold