

# 汛期 HLAFS 产品在低纬高原地区 预报能力客观检验

段 旭 何 华 许美玲

(云南省气象台, 昆明 650034)

## 提 要

为充分使用我国暴雨模式(HLAFS)数值预报产品,该文对1996年汛期HLAFS在低纬高原地区预报能力进行客观检验和效果分析。其结果表明,HLAFS对高度、气温等形势场有较好预报能力;物理量预报中的动力要素场(垂直运动)和水汽要素场(水汽通量散度)能较好反映云南强降水过程,有较好参考价值,热力要素场( $\theta_{se300} - \theta_{se700}$ )预报效果较差,在实际应用中应注意订正。

**关键词:** HLAFS 模式 低纬高原 客观检验 预报效果

## 引 言

国家气象中心建立的HLAFS暴雨数值预报业务系统,为全国各地短期天气预报业务提供了丰富的预报指导产品。了解产品的性能,才能有效地使用它。由于各地的气候规律、影响系统、地形条件和HLAFS预报效果等不同,因此,检验和评估有限区域暴雨模式不同地区的预报性能是必不可少的工作。

大地形(高原)、海洋和低纬度地区是世

界上进行天气预报的三大难点,而云南处于低纬高原地区。因此,考察数值预报产品对云南地区的有效性就显得更加重要。对此,我们选取了1996年汛期6—8月HLAFS模式作为检验分析的对象。

## 1 低纬高原地区高度场统计检验

### 1.1 原理和方法

对HLAFS的统计检验采用WMO推荐的标准化检验方案<sup>[1]</sup>,检验评分公式如下:

$$\text{均方根误差: } RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum (F - A_v)^2}$$

$$\text{相关系数: } ABS. COR = \frac{\sum (F - M_{fv})(A_v - M_{fv})}{\sqrt{(\sum (F - M_{fv})^2)(\sum (A_v - M_{fv})^2)}}$$

$$\text{距平相关系数: } ANO. COR = \frac{\sum (F - C - M_{fc})(A_v - C - M_{vc})}{\sqrt{\sum (F - C - M_{fc})^2 \sum (A_v - C - M_{vc})^2}}$$

$$\text{技巧评分: } S_I = 100 \times \frac{\sum (|F^i - A_v^i|)(|F^j - A_v^j|)}{\sum [\max(|F^i|, |A_v^i|) + \max(|F^j|, |A_v^j|)]}$$

其中 $\sum$ 为对区域内所有网格点求和, $F$ 为预报值, $A_v$ 为分析值, $C$ 为检验日所在月份的气候值。另外:

$$M_{fv} = \frac{1}{n} \sum (F - A_v)$$

$$M_{fc} = \frac{1}{n} \sum (F - C)$$

$$M_{vc} = \frac{1}{n} \sum (A_v - C)$$

$$F^i = \frac{\partial F}{\partial X}, F^j = \frac{\partial F}{\partial Y},$$

$$A_v^i = \frac{\partial A_v}{\partial X}, A_v^j = \frac{\partial A_v}{\partial Y}$$

使用上述公式对1996年6—8月

700hPa 和 500hPa 的 12、24、36 以及 48 小时高度场预报值进行计算,范围为 20—40°N, 90—110°E,按月统计计算结果。

### 1.2 检验分析

附表为 HLAFS 高度场在低纬高原地区预报检验计算结果。均方根误差显示,统计区域内误差幅度的平均状况均在 30gpm 以内,说明无论是 700hPa 或是 500hPa 都具有一定的预报效果;与 T63 模式同期的 500hPa 亚洲范围高度预报均方根误差相比<sup>[2]</sup>,误差值略偏大,反映了模式对低纬高原地区预报能力有所下降。

从相关系数和距平相关系数计算结果来看,48 小时内均为可用预报时效。尤其是 500hPa 高度预报 48 小时以内各时次相关系数均达到 0.9 以上,700hPa 高度预报 24 小时以内也在 0.9 以上,表明 HLAFS 模式对低纬高原地区短期形势预报较为稳定可靠,有较高的预报水平。但 700hPa 高度预报 36、48 小时相关系数下降较快,尽管还在 0.8 以上,具有相当的预报水平,却表明在低纬高原地区低层形势预报质量比高层差。由于所选检验区域地形复杂,海拔高差较大,滇西北大部分地区海拔高度在 3000m 以上,所以 700hPa 高度预报只能作为参考。

技巧评分各月、各时效、各层均小于临界值 70<sup>[2]</sup>,反映检验区内 HLAFS 模式具有预报技巧。对比 500hPa 和 700hPa 两层预报,高层明显优于低层,4 个时效预报,24 小时最好。从各月的技巧评分来看,500hPa 各月差不多,比较稳定;700hPa 6 月和 8 月效果不错,7 月效果较差,不稳定。

### 2 温度预报效果分析

图 1 给出了 1996 年 6 月 1 日至 8 月 15 日共 76 天检验区内滇西北(海拔高度约 4000m)、滇中(海拔高度约 1800m)和滇东南(海拔高度约 100m)上空某一格点 500hPa、700hPa 和 850hPa 24 小时和 48 小时温度预报与相应分析场之间的相关点聚图。从图中可以看出,三个层次的 24 小时和 48 小时温度预报与实况有一定相关性。特别是 500hPa 温度预报与实况构成的点大多都集中在相关为 1 的直线附近,预报效果较好,几次大的转折性天气也反映灵敏。例如,6 月 9—12 日受

东移的低槽和南下的冷锋切变影响,云南自北向南出现一次较大范围降水过程,50 多站次降了大到暴雨,HLAFS 模式对这次过程高空温度预报准确,6 月 10 日 500hPa 温度分析值,24 小时和 48 小时预报值分别为 -8.3℃、-7.4℃ 和 -7.1℃;另外,6 月 29 日 500hPa 温度分析值、24 小时和 48 小时预报峰值分别为 1.6℃、0.7℃、0.2℃,7 月 26 日 700hPa 温度峰值分别为 15.0℃、14.2℃、14.6℃ 也预报得非常好。

500hPa、700hPa 和 850hPa 24 小时温度预报平均误差分别为 0.87℃、0.92℃、1.25℃,48 小时误差分别为 0.97℃、0.99℃、1.38℃,总的来看预报效果不错。但也存在着明显差异,高层的预报效果优于低层,尤其显著的是 850hPa 预报值比分析值普遍偏高 1.0℃ 左右(见图 1C),这些都是在实际应用中值得注意的情况。

附表 HLAFS 高度场的预报与客观分析相比较的检验参数计算结果

月份	层次	时效 /小时	均方根误差 /gpm	相关系数	距平相关系数	技巧评分	
6	500hPa	12	23.4	0.983	0.985	10.7	
		24	17.5	0.988	0.990	8.0	
		36	29.5	0.973	0.979	12.2	
		48	29.7	0.967	0.975	12.4	
	700hPa	12	17.8	0.963	0.969	17.3	
		24	15.4	0.964	0.972	15.1	
		36	23.9	0.901	0.946	24.1	
		48	22.2	0.899	0.947	27.6	
	7	500hPa	12	19.2	0.957	0.968	20.6
			24	16.8	0.924	0.956	10.6
			36	25.9	0.925	0.934	16.3
			48	26.7	0.916	0.923	17.4
700hPa		12	15.3	0.920	0.909	53.9	
		24	15.7	0.905	0.894	33.7	
		36	19.2	0.846	0.848	45.5	
		48	23.3	0.810	0.792	46.7	
8	500hPa	12	21.5	0.974	0.975	17.9	
		24	16.0	0.985	0.985	14.4	
		36	25.6	0.963	0.966	21.0	
		48	25.5	0.961	0.962	13.6	
	700hPa	12	17.7	0.923	0.931	26.5	
		24	17.1	0.951	0.948	24.7	
		36	22.6	0.880	0.885	24.6	
		48	26.1	0.858	0.859	29.6	

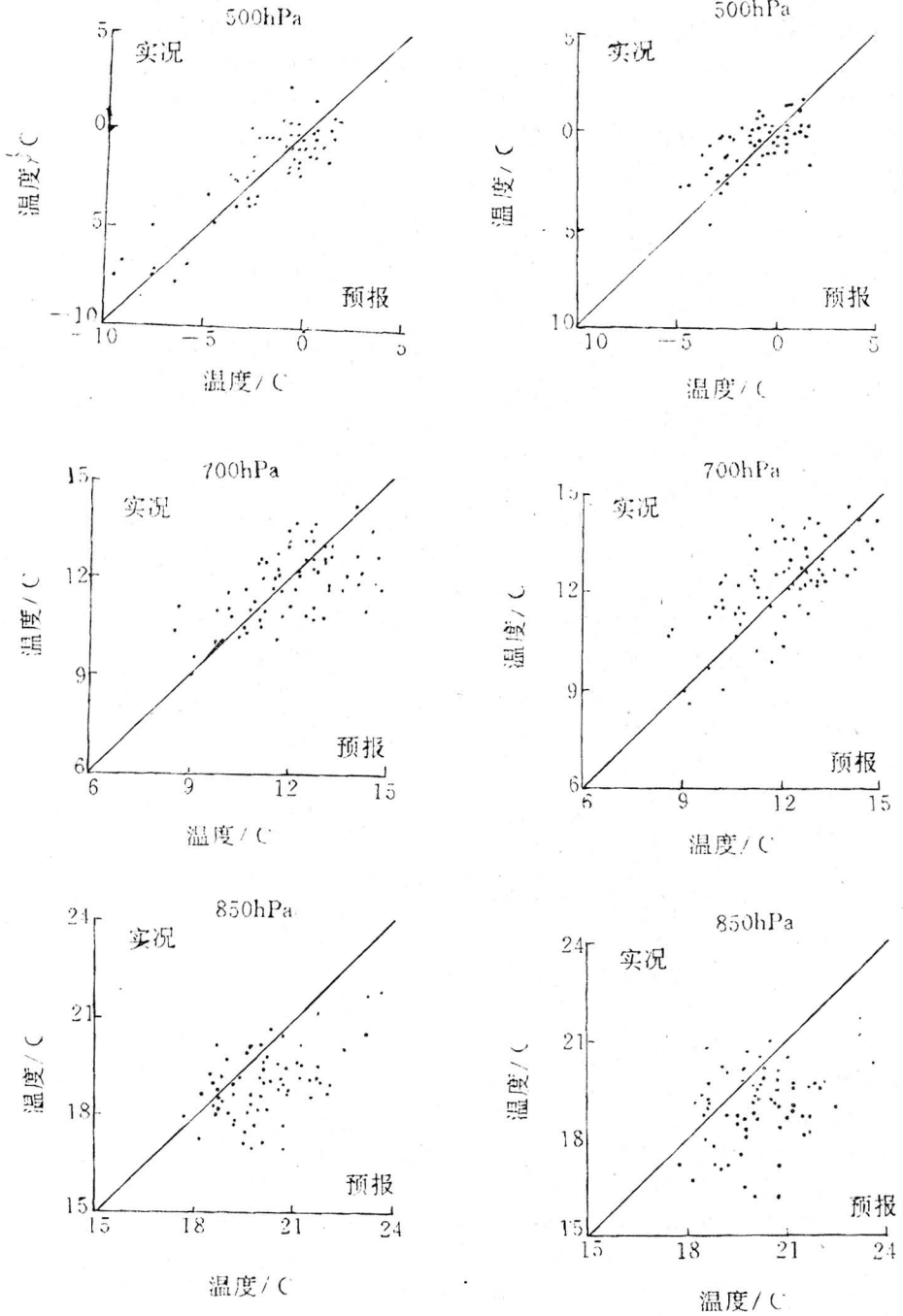


图1 HLAFS模式高空温度预报、实况相关点聚图(左图为24小时,右图为48小时)  
 a. 500hPa(29°N、99°E格点值) b. 700hPa(25°N、102°E格点值)  
 c. 850hPa(23°N、104°E格点值)

### 3 HLAFS 对云南暴雨过程预报能力分析

为进一步考证 HLAFS 对云南汛期大一暴雨过程的预报性能,我们选取了与暴雨关系比较密切的 700hPa 水汽通量散度、500hPa 垂直速度、稳定性( $\theta_{se300} - \theta_{se700}$ ) 3 个物理量参数,来检验 1996 年 6 月 9—10 日、7 月 28—29 日两次较大降水过程的预报效果。

首先对比一下图 2 中的 a、b 两幅图,这是 700hPa 水汽通量散度 7 月 28 日分析场和 26 日 48 小时预报场。很明显,对副热带高压控制的水汽辐散区中轴位置预报准确,同时对云南为水汽辐合中心预报得也非常成功(图 2b)。实况上,7 月 28 日由于受登陆后的

台风低压影响,水汽在云南上空形成大量辐合(图 2a),云南出现大一暴雨天气过程。同期 500hPa 垂直速度预报云南为较强气流上升区也与实况基本一致(图 3),虽然 48 小时预报(图 3b)比分析值(图 3a)上升气流弱一些,但预报出了台风低压系统的整个趋势和中心位置。

稳定度的预报效果较差(图略),1996 年 6 月 9—10 日云南出现了 30 多站大雨或暴雨,分析场显示云南上空为负值区(不稳定),但 48 小时预报对此毫无反映。另外,700hPa 水汽通量散度和 500hPa 垂直速度(图略)预报效果与 7 月 28 日类似。

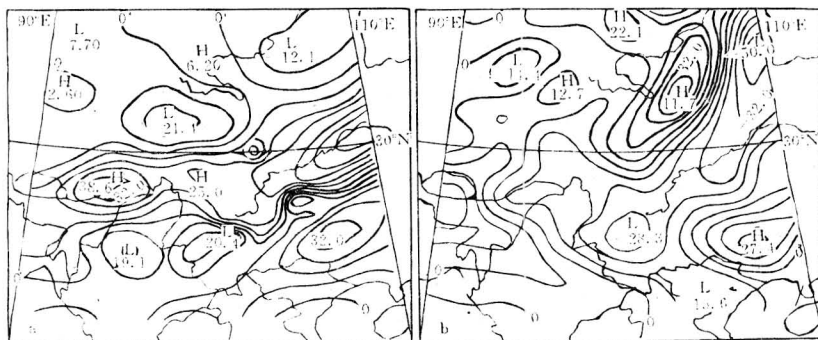


图2 700hPa 水汽通量散度(单位: $10^{-6} \text{g} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ )

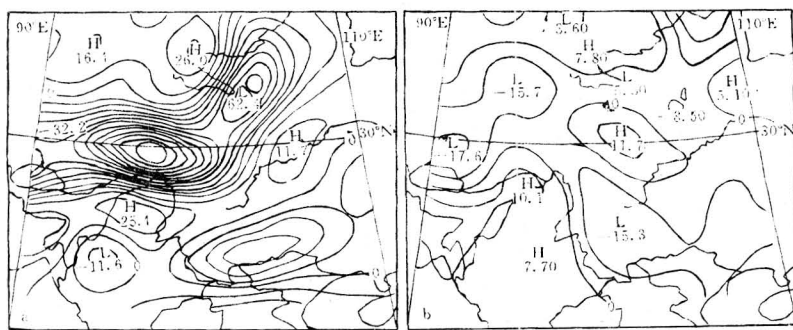


图3 500hPa 垂直速度(单位: $10^{-3} \text{hPa} \cdot \text{s}^{-1}$ )

## 4 结论

4.1 HLAFS 模式的环流形势场对低纬高原地区有一定预报能力,中高层比低层预报效果要好。与 T63 模式相比,各项客观统计

指标相当。

4.2 在对检验的几个物理参数中,水汽通量散度和垂直速度能较好反映天气实况,对云南的大一暴雨天气预报有重要参考价值。

4.3 HLAFS 模式对有的要素场报得不好(如  $\theta_{se}$ )。另外,多数预报场普遍比分析场数值偏弱,在业务应用时应注意订正。

#### 参考文献

- 1 郭肖容等. 有限区数值预报业务系统. 国家气象中心, 1994年6月:211—213.
- 2 张芬馥等. 数值预报产品评价公报. 国家气象中心, 1996(5—6):1—3.

## Verification for the Forecasting Ability of HLAFS NWP over Low Latitude Plateau in the Flood Season

Duan Xu He Hua Xu Meiling

(Yunnan Meteorological Observatory, Kunming 650034)

### Abstract

In order to make full use of HLAFS NWP, the objective verification and the efficiency analyses are conducted for the forecasting ability over low latitude plateau in the flood season in 1996. The results show that forecasts by HLAFS model have important reference value for the circulation evolution and the physical elements.

**Key Words:** HLAFS model low latitude plateau objective verification forecast efficiency