

文章编号:1673-8411 (2019) 04-0006-06

# 2016年夏季不同分辨率 GRAPES\_MESO 模式的 西北地区预报效果检验

彭筱, 陈晓燕, 黄武斌

(兰州中心气象台, 兰州 730020)

**摘要:** 利用 2016 年夏季西北四省 08 时 24h 雨量观测资料和 2m 温度资料,采用累积降水检验、平均误差、均方根误差分析方法,对用 GFS 资料驱动的不同分辨率( $0.1^\circ\times 0.1^\circ$ 和  $0.03^\circ\times 0.03^\circ$ )GRAPES\_MESO 模式的预报进行评估检验和比较,并选择一次降水过程作对比分析。结果表明,在 6 月、7 月、8 月三个月中,总体上,10km 分辨率模式对西北地区暴雨预报能力优于 3km 分辨率模式,而小、中、大雨量级的预报上,3km 模式分辨率的预报效果更好。两个模式在降水的空报率上都偏高。在温度预报上,10km 分辨率的模式对西北地区 2m 温度预报准确率高于 3km 分辨率模式,而 3km 分辨率模式的预报稳定性更好。

**关键词:** GRAPES\_LZ 模式;GRAPES\_LZhr 模式;预报;检验

中图分类号: P46

文献标识码: A

## Test of prediction effect on Northwest China with different resolutions of GRAPES\_MESO model

Peng Xiao, Chen Xiaoyan, Huang Wubin

(Lanzhou Central Meteorological Observatory, Lanzhou Gansu 730020)

**Abstract:** Based on the 24-hour rainfall observation data at 8 pm and temperature data at 2m in four provinces of Northwest China in summer 2016, the prediction of GRAPES\_MESO model with different resolutions( $0.1^\circ\times 0.1^\circ$  and  $0.03^\circ\times 0.03^\circ$ ) driven by GFS data was evaluated and compared; besides, a precipitation process was selected for comparative analysis. The results showed that in June, July and August, the 10km resolution model is better than the 3km, resolution model in terms of its ability to forecast rainstorm in northwest China, and the 3km resolution model is better for light, moderate and heavy rain. Both models have high-empty rate of precipitation. to temperature forecast at 2m in northwest China, the prediction accuracy and the prediction ability of 10km resolution model was better than that of 3km resolution model, while the prediction stability of 3km resolution model was better.

**Key words:** GRAPES\_LZ mode; GRAPES\_LZhr mode; forecast; test

## 引言

在现代天气预报业务中,数值预报具有越来越重要的地位,和一般用天气学方法并结合经验制作出来的天气预报不同,数值天气预报在一定初值和边值条件下,通过数值计算,求解描写天气演变过程

的流体力学和热力学方程组,并对未来做出定量和客观的预报<sup>[1]</sup>。目前,王雨等<sup>[2,16-17]</sup>从加密降水观测以及检验结果平均方案等多个角度,对降水检验方案进行了深入的探讨和分析,为降水检验的科学性和严谨性提供了参考。衡志炜等<sup>[3]</sup>利用热带测雨卫星(TRMM)搭载微波成像仪(TMI)资料,对一次台风

收稿日期: 2019-03-20

基金项目: 甘肃省气象局重点项目 GSMZd2017-06、国家科技支撑计划“中期天气预报关键技术研究”第 6 专题“10-20 天延长期天气预报技术研究”(编号 2015BAC03B06)、兰州中心气象台业务科技创新基金项目 LCMO-201818

作者简介: 彭筱(1990-),女,甘肃天水人,助理工程师,主要从事天气诊断研究。E-mail:1226336365@qq.com

过程中 AREM 和 WRF 模式的水凝物模拟能力进行了检验。王丽等<sup>[4]</sup>利用湖北省 77 个气象观测站资料对日本、德国和 T213 三种数值模式的强降水预报进行了统计比较。药明和晏晓英<sup>[5]</sup>利用代表不同地理环境的 6 个站点, 检验并分析了吉林省数值预报业务系统短期预报各时段降水、温度、气压和风速等要素的预报性能。近些年来, 随着精细化预报的不断发展, 尺度分解技术<sup>[6]</sup>、基于目标的降水检验技术<sup>[7]</sup>等新检验技术和方案逐步发展起来, 还有许多学者<sup>[8-16]</sup>针对模式基本要素以及降水预报等进行定量统计检验。

GRAPES 模式作为中国自主知识产权的新一代气象数值预报系统自 2001 年开始研发<sup>[17]</sup>, 2006 年 7 月通过验收并投入业务运行<sup>[18-19]</sup>。兰州中心气象台 2013 年 6 月引进安装 GRAPES\_MESOV3.3 版本, 并实现

本地化业务应用。目前 GRAPES\_MESO 模式有多种分辨率, 为了进一步了解不同分辨率 GRAPES\_MESO 模式在西北地区的预报能力, 方便预报员在实际业务中使用该模式, 本文将针对 2016 年夏季西北四省区的天气要素, 检验比较 3km 和 10km 两种分辨率的 GRAPES\_MESO 模式产品的预报性能, 并为精细化天气预报工作提供较为客观的参考。

1 资料与方法

1.1 模式简介

表 1 给出了分辨率为 10km 和 3km 的 GRAPES\_MESO 模式的参数介绍, 在本文中 10km GRAPES\_MESO 模式简称 GRAPES\_LZ, 将 3km GRAPES\_MESO 模式简称 GRAPES\_LZhr。

表 1 不同分辨率 GRAPES\_MESO 模式的参数设置

参数名称	参数选择 ( 10km )	参数选择 ( 3km )
模式分辨率	0.1° × 0.1°	0.03° × 0.03°
预报范围	85–113° E, 26–46° N	88–112° E, 31–43° N
预报时长	72h	60h
陆面过程方案	Noah 陆面过程方案	Noah 陆面过程方案
微物理过程方案	WSM6 类方案	WSM6 类方案
长波辐射方案	rrtm 方案	rrtm 方案
短波辐射方案	Dudhia 方案	Dudhia 方案
近地面方案	Monin–Obukhov 方案	Monin–Obukhov 方案
边界层方案	MRF 方案	MRF 方案
积云参数化方案	Betts–Miller–Janjic 方案	无
是否做 3dvar	是	是

1.2 资料

使用 2016 年 6–8 月不同分辨率 GRAPES\_LZ 和 GRAPES\_LZhr 模式的数值预报产品, 初始场采用 NCEP/GFS 资料, 资料同化数据是全国观测资料 AOB 资料, 实况资料选取西北四省 2016 年 6–8 月的国家气象站观测资料, 利用双线性插值算法对 08 时 24h 和 48h 预报场的预报性能进行检验评估。

1.3 检验方法

1.3.1 降水检验方法

GRAPES\_LZ 模式和 GRAPES\_LZhr 模式预报降水的检验分小雨、中雨、大雨和暴雨 4 个级别进行 TS 评分和 BIAS 评分的检验, 定义如下(表 2):

表 2 降水预报检验分类表

预报 \ 实况	有	无
	有	无
有降水	NA ( 正确 )	NB ( 空报 )
无降水	NC ( 漏报 )	——

TS 评分:  $TS = \frac{NA}{NA + NB + NC}$  (1)

BIAS 评分:  $BIAS = \frac{NA + NB}{NA + NC}$  (2)

1.3.2 2m 温度检验方法

对 2m 温度计算的检验统计量主要包括均方根误差和预报准确率, 具体定义如下:

均方根误差:  $T_{RMSE} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (F_i - O_i)^2}$  (3)

$$\text{预报准确率: } TT_k = \frac{Nr_k}{Nf_k} \times 100\%$$

其中  $F_i$  为第  $i$  站 (次) 08 时预报温度,  $O_i$  为第  $i$  站 (次) 08 时实况温度,  $(F_i - O_i)$  为第  $i$  站 (次) 预报误差。  $Nr_k$  为预报正确的站 (次) 数,  $Nf_k$  为预报的总站 (次) 数。  $K$  为 1、2, 分别代表  $\leq 1^\circ\text{C}$  或  $\leq 2^\circ\text{C}$ 。 温度预报准确率的实际含义是温度预报误差  $\leq 2^\circ\text{C}$  的百分率。

## 2 降水预报检验

### 2.1 客观检验

图 1 为 6 月份降水检验结果 (a 为模式降水预报 TS 评分, b 为模式降水预报 BIAS 评分), 从检验结果可以看到, GRAPES\_LZhr 模式 24h 预报小雨、中雨、大雨 TS 评分都高于 GRAPES\_LZ 模式, 48h 预报中雨、大雨 TS 评分高于 GRAPES\_LZ 模式。 24h GRAPES\_LZ 模式对暴雨预报能力较好。 从 BIAS 评分看出, 两个模式对降水的空报都较多, 总体上

GRAPES\_LZhr 模式空报更严重。

图 2 为 7 月份降水检验结果 (a 为模式降水预报 TS 评分, b 为模式降水预报 BIAS 评分), 从检验结果可以看到, GRAPES\_LZhr 模式 24h 预报中雨和大雨 TS 评分都高于 GRAPES\_LZ 模式, 48h 预报中雨、大雨、暴雨的 TS 评分高于 GRAPES\_LZ 模式。 24h 和 48h GRAPES\_LZ 模式对小雨预报能力较好。 BIAS 评分表明, 两个模式降水的空报率都较高, GRAPES\_LZhr 模式 24h 预报空报较多, GRAPES\_LZ 模式 48h 预报空报更多。

图 3 为 8 月份降水检验结果 (a 为模式降水预报 TS 评分, b 为模式降水预报 BIAS 评分), 从检验结果可以看到, GRAPES\_LZhr 模式 24h 预报小雨和中雨 TS 评分高于 GRAPES\_LZ 模式, 而 GRAPES\_LZ 模式 48h 预报中雨、大雨、暴雨 TS 评分高于 GRAPES\_LZhr 模式。 分析 BIAS 评分, 两个模式对降水的空报都较多, 24h GRAPES\_LZhr 模式预报空报较多, GRAPES\_LZ 模式 48h 预报空报更多。

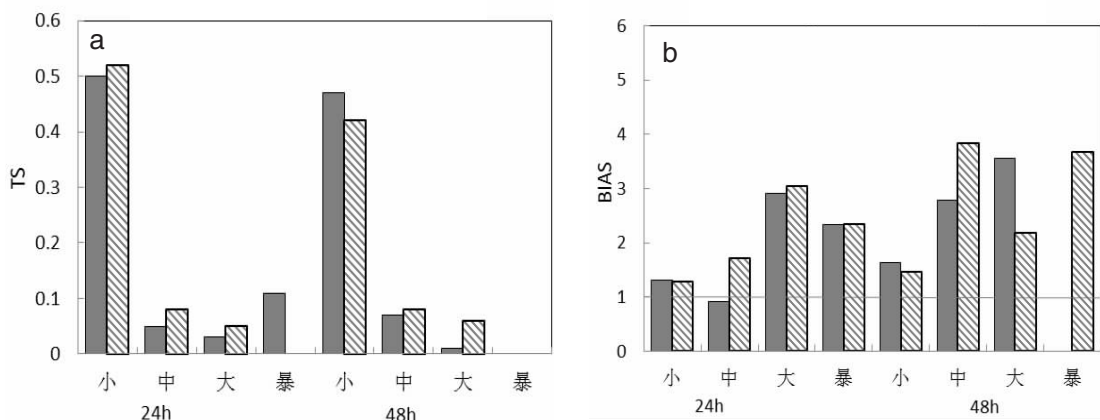


图 1 GRAPES\_LZ 与 GRAPES\_LZhr 模式降水 2016 年 6 月份对比检验结果 (■ GRAPES\_LZ □ GRAPES\_LZhr)

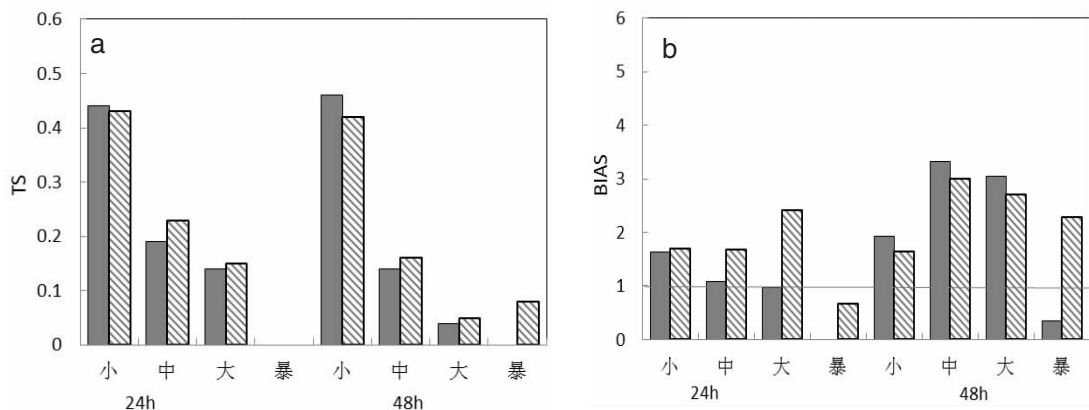


图 2 GRAPES\_LZ 与 GRAPES\_LZhr 模式降水 2016 年 7 月份对比检验结果 (■ GRAPES\_LZ □ GRAPES\_LZhr)

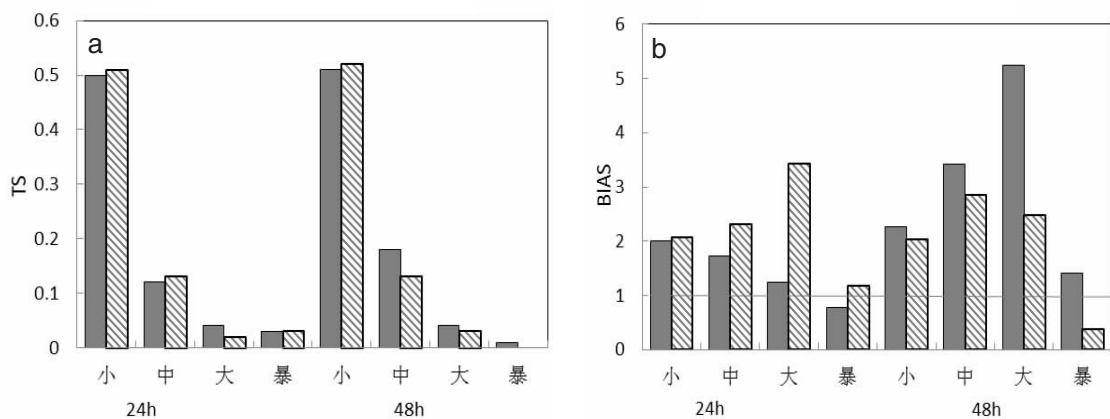


图3 GRAPES\_LZ 与 GRAPES\_LZhr 模式降水 2016 年 8 月份对比检验结果 (■ GRAPES\_LZ □ GRAPES\_LZhr)

## 2.2 降水落区预报检验

对甘肃省 6、7、8 月份 10 次暴雨过程进行对比检验, 其中有 3 次过程 GRAPES\_LZhr 模式预报效果好于 GRAPES\_LZ 模式, 1 次过程两个模式预报效果都较好, 1 次过程两个模式预报效果都不好, 其余 5 次过程都是 GRAPES\_LZ 模式预报效果优于 GRAPES\_LZhr 模式。下面选取一次 GRAPES\_LZhr 模式预报较好的过程进行分析(图 4)。

2016 年 7 月 18–19 日, 西北地区东部出现一次大范围降水过程, 18 日 08 时至 19 日 08 时, 甘肃张掖以东地区出现小雨以上量级降水, 其中陇南、天水、平凉、庆阳等市州局部地方出现暴雨到大暴雨; 宁夏全境出现小到中雨; 陕西大部出现小雨以上降

水, 其中中部及西南地区出现中到大雨, 局部达到大暴雨(图 4a)。图 4b 为 GRAPES\_LZ 模式 2016 年 7 月 17 日 20 时起报未来 36h 降水落区预报, 对甘肃地区降水预报落区与实况比较接近, 但是对平凉、庆阳降水量级预报偏小, 对陇南地区的大暴雨预报较准确; 对陕西中部出现的暴雨预报位置偏南, 对西南部的降水预报量级偏大; 宁夏地区预报量级较实况偏大。图 4c 为 GRAPES\_LZhr 模式 2016 年 7 月 17 日 20 时起报未来 36h 降水落区预报, 预报甘肃张掖以东地区有小雨以上降水, 其中陇南、天水、平凉、庆阳为中到大雨、局部暴雨, 与实况落区对应较好, 对天水、平凉、庆阳地区的暴雨落区及量级预报较准确; 陕西中部及西南地区暴雨以上降水的预报落区、量级与实况都较一致。

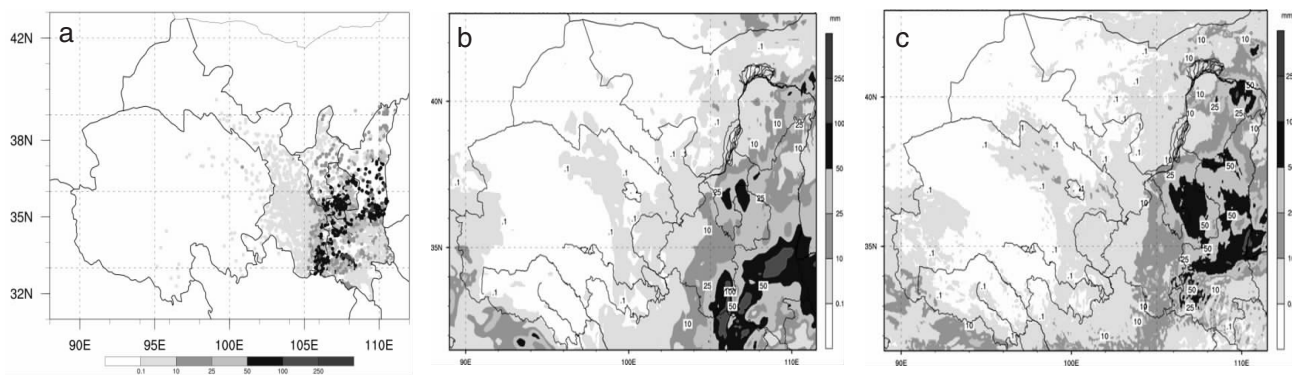


图4 2016 年 7 月 18 日 08 时至 19 日 08 降水预报与实况对比

(a 为降水实况, b、c 分别为 GRAPES\_LZ 和 GRAPES\_LZhr 模式 7 月 17 日 20 时起报 36h 降水预报)

## 3 2m 温度预报检验

图 5 为 6 月份 2m 温度检验对比结果 (a 为 2m 温度预报  $\leq 2^{\circ}\text{C}$  的准确率, b 为均方根误差), 从检验

结果可以看到, GRAPES\_LZ 模式 24h 预报平均准确率为 0.45, 48h 为 0.41, 而 GRAPES\_LZhr 模式 24h 预报平均准确率为 0.39, 48h 为 0.41, GRAPES\_LZ 模式 24h 预报效果优于 GRAPES\_LZhr 模式, 48h 两



个模式预报效果相当。GRAPES\_LZ 模式 24h 预报均方根误差为 3.48℃,48h 为 3.73℃,而 GRAPES\_LZhr 模式 24h 预报均方根误差为 3.45℃,48h 为 3.29℃,说明 GRAPES\_LZhr 模式的预报误差离散度好于 GRAPES\_LZ 模式。

图 6 为 7 月份 2m 温度检验对比结果 (a 为 2m 温度预报 $\leq 2^{\circ}\text{C}$ 的准确率,b 为均方根误差),从检验结果可以看到,GRAPES\_LZ 模式 24h 预报平均准确率为 0.48,48h 为 0.46,而 GRAPES\_LZhr 模式 24h 预报平均准确率为 0.46,48h 为 0.47,两个模式预报效果相当。GRAPES\_LZ 模式 24h 预报均方根误差为 3.21℃,48h 为 3.29℃,而 GRAPES\_LZhr 模式 24h 预

报均方根误差为 3.13℃,48h 为 3.12℃,说明 GRAPES\_LZhr 模式更加稳定。

图 7 为 8 月份 2m 温度检验对比结果 (a 为 2m 温度预报 $\leq 2^{\circ}\text{C}$ 的准确率,b 为均方根误差),从检验结果可以看到,GRAPES\_LZ 模式 24h 预报平均准确率为 0.54,48h 为 0.53,而 GRAPES\_LZhr 模式 24h 预报平均准确率为 0.53,48h 为 0.53,两个模式预报效果相当。GRAPES\_LZ 模式 24h 预报均方根误差为 2.91℃,48h 为 2.90℃,而 GRAPES\_LZhr 模式 24h 预报均方根误差为 2.86℃,48h 为 2.82℃,说明 GRAPES\_LZhr 模式预报更稳定。

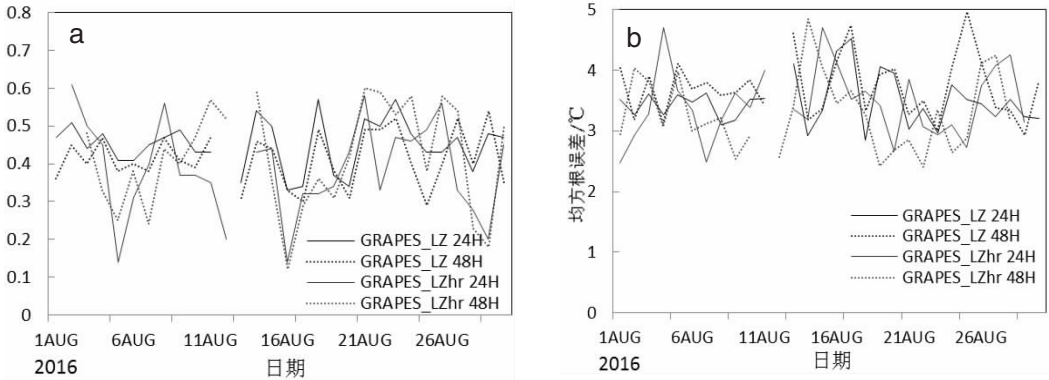


图 5 GRAPES\_LZ 与 GRAPES\_LZhr 模式 2m 温度 2016 年 6 月份对比检验结果

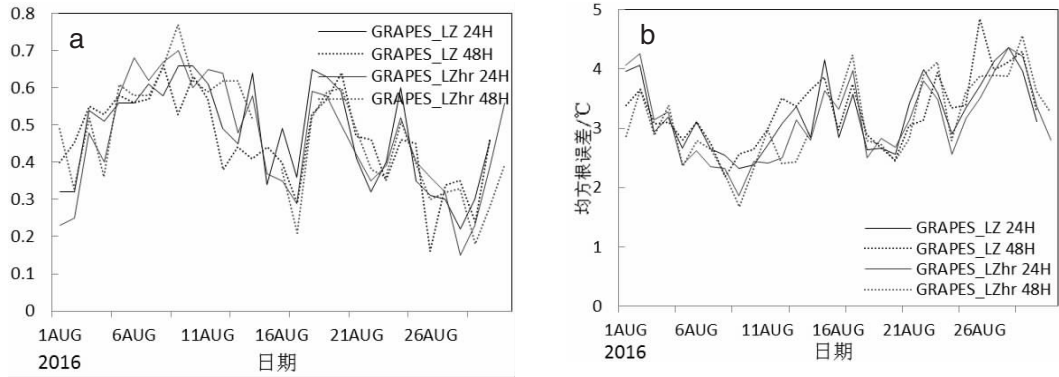


图 6 GRAPES\_LZ 与 GRAPES\_LZhr 模式 2m 温度 2016 年 7 月份对比检验结果

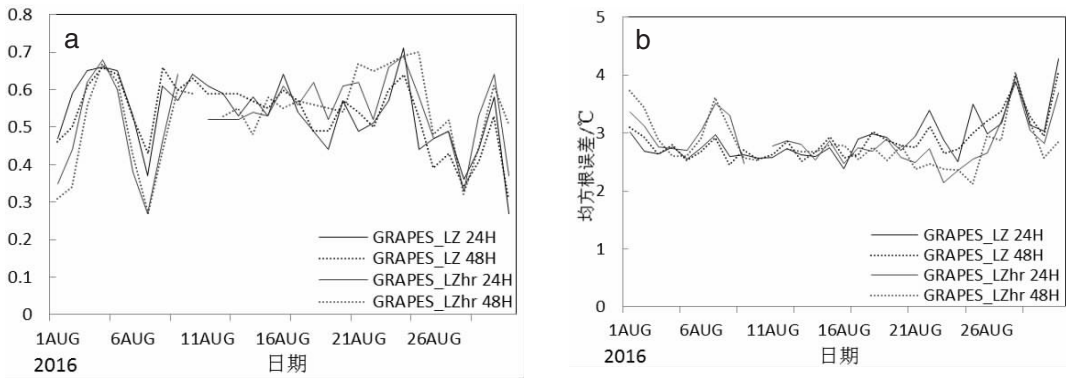


图 7 GRAPES\_LZ 与 GRAPES\_LZhr 模式 2m 温度 2016 年 8 月份对比检验结果

## 4 结论

通过对比分析 2016 年 GRAPES\_LZ 与 GRAPES\_LZhr 模式 6、7、8 月份的西北地区降水预报检验和 2m 温度结果,得出如下结论:

(1)GRAPES\_LZhr 模式 6 月份 24h 的小雨、中雨、大雨和 48h 的中雨、大雨量级上的 TS 评分都高于 GRAPES\_LZ 模式;而后者在 24h 的暴雨预报效果则较理想。7 月份,GRAPES\_LZhr 模式的 24h 中雨和大雨以及 48h 的中雨、大雨和暴雨的 TS 评分均高于 GRAPES\_LZ 模式;后者在该月的小雨量级的预报较好。8 月份 GRAPES\_LZhr 模式的 24h 小雨和中雨以及 48h 的小雨量级的 TS 评分比 GRAPES\_LZ 模式高,其余量级则后者预报评分更高。

(2)BIAS 评分表明,GRAPES\_LZ 模式和 GRAPES\_LZhr 模式 2016 年夏季 6、7、8 月份的降水空报率都偏高。6 月份总体上 GRAPES\_LZhr 模式空报率更高;7 月和 8 月,24h GRAPES\_LZhr 模式的空报比 GRAPES\_LZ 模式多,48h 则后者更多。

(3)GRAPES\_LZ 模式温度预报效果略好于 GRAPES\_LZhr。8 月份两个模式的预报效果最好,6 月份最差,GRAPES\_LZhr 模式对温度的预报稳定性优于 GRAPES\_LZ 模式。

### 参考文献:

- [1] Haltiner G J. Numerical Weather Prediction [M]. New-York: John Wiley & Sons, 1971.
- [2] 王雨, 公颖, 陈法敬, 等. 区域业务模式 6h 降水预报检验方案比较[J]. 应用气象学报, 2013, 24(2): 171-178.
- [3] 衡志伟, 宇如聪, 傅云飞, 等. 基于 TMI 产品资料对数值模式水凝物模拟能力的检验分析[J]. 大气科学, 2011, 35(3): 506-518.
- [4] 王丽, 金琪, 柯怡明. 三种数值预报产品短期强降水预报定量误差评估[J]. 暴雨灾害, 2007, 26(4): 301-305.
- [5] 药明, 晏晓英. 吉林省数值预报业务系统要素预报性能分析[J]. 吉林大学学报(地球科学版), 2008, 38(增刊): 209-213.
- [6] 孔荣, 王建捷, 梁丰, 等. 尺度分解技术在定量降水临近预报检验中的应用[J]. 应用气象学报, 2010, 21(5): 535-544.
- [7] 刘凑华, 牛若芸. 基于目标的降水检验方法及应用气象[J]. 气象, 2013, 39(6): 681-690.
- [8] 李勇, 王雨. 2007 年夏季 GRAPES\_MESO15 及 30km 模式对比检验[J]. 气象, 2008, 34(10): 81-89.
- [9] 张利红, 何光碧. GRAPES\_Meso 模式对 2011 年夏季青藏高原东部及周边区域的预报检验[J]. 高原气象, 2014, 33(1): 14-25.
- [10] 毛冬艳, 朱文剑, 樊利强, 等. 模式强天气预报性能的初步检验气象[J]. 气象, 2014, 40(12): 1429-1438.
- [11] 韩洁, 庞翻, 陈卫东. WRF 模式对宝鸡地区 2013 年夏季温度和降水预报的评估检验[J]. 陕西气象, 2015(1): 1-6.
- [12] 王雨, 李莉. GRAPES\_MesoV3.0 模式预报效果检验[J]. 应用气象学报, 2010, 21(5): 524-534.
- [13] 李莉, 王雨. 2012 年 7 月和 8 月 T639 中期数值预报标准统计检验[Z]. 天气预报技术总结专刊, 2012, 4(5): 73-78.
- [14] 王超. 2007 年 3—5 月 T213 与 ECMWF 及日本模式中后期预报性能检验[J]. 气象, 2007, 33(8): 112-117.
- [15] 梁红, 王元, 钱昊, 等. 欧洲 ECWFM 模式与我国 T213 模式夏季预报能力的对比分析检验[J]. 气象科学, 2007(3): 253-258.
- [16] 熊秋芬. GRAPES\_Meso 模式的降水格点检验和站点检验分析[J]. 气象, 2011, 37(2): 185-193.
- [17] 陈德辉, 沈学顺. 新一代数值预报系统 GRAPES 研究进展[J]. 应用气象学报, 2006, 17(6): 773-777.
- [18] 张人禾, 沈学顺. 中国国家级新一代业务数值预报系统 GRAPES 的发展[J]. 科学通报, 2008, 53(20): 2393-2395.
- [19] 陈德辉, 薛纪善, 杨学胜, 等. GRAPES 新一代全球/区域多尺度统一数值预报模式总体设计研究[J]. 科学通报, 2008, 53(20): 2396-2407.