

文章编号:2096 - 5389(2018)05 - 0001 - 05

DERF2.0 模式对贵州延伸期、月预测质量对比分析

白 慧^{1,2}, 黄晨然¹, 李忠燕¹

(1. 贵州省气候中心, 贵州 贵阳 550002; 2. 贵州省山地气候与资源重点实验室, 贵州 贵阳 550002)

摘 要:利用 2014—2016 年第二代月动力延伸预测模式业务系统(DERF2.0)直接输出及预报员预报的贵州省气温和降水预报数据、贵州省 84 站观测数据,采用 Ps、Cs 和 Zs 3 种评分方法评估了 DERF2.0 对贵州月气温、降水和月内强降水过程的预测性能,并与预报员业务值班发布的预报质量进行对比分析,系统性地对 DERF2.0 产品在延伸期/月尺度的预测效果进行检验评估。结果表明:DERF2.0 月预测产品总体上对贵州气温的预测性能优于降水,气温偏高预测的可参考性高于其对气温偏低的预测。DERF2.0 预报月气温的 Ps 评分较预报员略高,月降水较预报员略低,总体来看 DERF2.0 月预测效果较预报员综合预报略差且预报性能较不稳定。预报员预测数据的 Zs 和 Cs 评分总体高于 DERF2.0 预测数据,但 DERF2.0 预测数据的 Zs 和 Cs 评分较预报员逐年提高,尤其在雨季时段较为明显。DERF2.0 对主汛期(6—8 月)的预报准确率较整个雨季(4—10 月)略高。

关键词:DERF2.0; 月预测; 延伸期过程预测; 对比分析

中图分类号:P423; P426.61⁺4 **文献标识码:**A

Contrastive analysis on the extended range and monthly forecast quality by DERF2.0 model in Guizhou

BAI Hui^{1,2}, HUANG Chenran¹, LI Zhongyan¹

(1. Guizhou Climate Center, Guiyang 550002, China; 2. Guizhou Key Laboratory of Mountainous Climate and Resources, Guiyang 550002, China)

Abstract:Based on hindcast data from the second - generation monthly Dynamic Extended Range Forecast operational system (DERF2.0), the temperature and precipitation forecast data by forecasters and data from 84 meteorological observation stations in Guizhou from 2014 to 2016, the prediction performance of the system on the monthly temperature, precipitation and heavy precipitation was evaluated and analyzed by using Ps, Cs and Zs evaluation scores. The prediction performance of the system was also compared with the forecast quality by forecasters to examine and evaluate the prediction effect of DERF2.0 on extended - range and monthly forecast systematically. The results show that the prediction performance of temperature by DERF2.0 is better than that of precipitation in Guizhou, and the reference of forecast on high temperature is better than low temperature. The Ps score of monthly temperature forecast of DERF2.0 is slightly higher than that of forecasters, but the Ps score of monthly precipitation is slightly lower than that of forecasters. Overall, compared with the comprehensive prediction by forecasters, the monthly forecast effect of DERF2.0 is less accurate, and the prediction performance is unstable. Although Zs and Cs scores of forecasters are higher than those of DERF2.0, the scores of DERF2.0 are increasing year - on - year and especially higher than those of forecasters during the whole rainy season. The prediction accuracy of DERF2.0 in the flood season (from June to August) is slightly higher than that in the whole rainy season (from May to October).

Key words:DERF2.0; monthly forecast; extended range weather forecast; contrastive analysis

收稿日期:2017 - 12 - 20

第一作者简介:白慧(1984—),女,硕士,工程师,主要从事气候与气候变化方面研究工作,E-mail:baihui926@aliyun.com。

资助项目:贵州省气象局业务发展重大科技专项(黔气科合 ZD[2016]04 号);主、客观预测产品检验评估系统。

1 引言

中国气象局在《现代气象预报业务发展规划》(2016—2020 年)中明确要求统筹天气预报业务和气候预测业务的无缝隙协同发展,不断完善从短临、短期、中期、延伸期(11~30 d)、月、季到年的精细化监测预报预测业务体系,提升极端气候事件和气候灾害预测技术。对于气候这样一个庞大而复杂的系统,数值模拟成为理论研究的重要手段^[1]。最早的月动力延伸数值预报仅是中期预报的延伸,但初始条件的长时间积分会使预报结果产生很大的误差,这给利用数值模式进行延伸期/月尺度预测带来了困难。后来的研究发现,海洋等过程对延伸期/月尺度气候预测有较大影响^[2,3]。我国的短期气候预测业务经历了简单的经验统计分析、数理统计、动力模式和动力统计相结合几个发展阶段,目前已经建立起一套较为完备的延伸期一月一季一年短期气候预测业务系统^[4]。第 2 代月动力延伸预测模式系统(DERF2.0)基于国家气候中心第 2 代全球大气环流模式(BCC_AGCM2.2)建立,水平分辨率为 T106(全球近 110 km),垂直方向为 26 层^[5]。

近年来气象工作者们开展了大量短期气候数值模拟结果的解释应用研究。陈丽娟等^[6]指出月动力延伸预报环流特征量与要素有较好的相关。李维京等^[7]的研究表明,动力与统计相结合的方法对月动力延伸集合预报产品的释用具有明显效果。顾伟宗等^[8]利用月动力延伸预报产品结合降尺度方法改进了月降水预测。而关于模式预报结果的检验,林纾等^[9]的研究指出,动力释用方法预报准确率明显高于持续性预报。何慧根等^[10]对 DERF2.0 预测中国气温和降水的性能进行了评估,结果表明气温预测好于降水。杜良敏等^[11]提出了一种适用于延伸期过程预报的检验方法。

本文基于第二代月动力延伸预测模式业务系统(DERF2.0)输出的气温、降水预测数据,利用 Ps、Zs、Cs 评分方法对比 DERF2.0 月预测与省级预报员月预测质量,并评估其在延伸期(11~30 d)强降水过程及夏季延伸期日降水量预测质量。

2 资料和方法

2.1 资料

①站点资料:贵州省 84 站逐月平均气温和月降水量以及逐日降水量(20—20 时)站点观测资料,时间范围为 1983—2016 年。

②格点资料:国家气候中心逐日下发的 DERF2.0 月动力延伸预测模式输出的 2 m 气温(K)、大尺度降水率(m/s)和对流降水率(m/s)格点资料,空间分辨率 $1.0^\circ \times 1.0^\circ$,时间范围为 1983—2016 年。

上述站点数据和格点数据的气候平均值时间范围统一为 1983—2012 年。

2.2 方法

趋势异常综合评分(Ps)是以考察预报对一级异常($20\% < \Delta R \leq 50\%$ 、 $-50\% < \Delta R \leq -20\%$; $-2.0 < \Delta T \leq -1.0$ 、 $1.0 \leq \Delta T < 2.0$)和二级异常($\Delta R \leq -50\%$ 、 $\Delta R \geq 50\%$ 和 $\Delta T \leq -2.0$ 、 $\Delta T \geq 2.0$)的预报能力。其计算公式如下:

$$Ps = \frac{a \times N_0 + b \times N_1 + c \times N_2}{(N - N_0) + a \times N_0 + b \times N_1 + c \times N_2 + M} \times 100$$

其中 N_0 、 N_1 、 N_2 分别为趋势、一级异常、二级异常预测正确的总站数, a 、 b 和 c 分别为 3 种异常项的权重系数,取 $a=2$ 、 $b=2$ 、 $c=4$, M 为未预报二级异常而实况出现降水距平百分率超过 $\pm 100\%$ 、气温距平超过 $\pm 3^\circ\text{C}$ 的站数, N 为规定参加考核站数减去实况缺测的站数。

3 结果分析

3.1 月预测结果与实况对比

李忠燕等^[12]的研究指出,DERF2.0 对气温的预报性能总体好于降水;DERF2.0 对气温预报性能较好时段集中在冬季和春季,对降水预报性能较好时段集中在秋季。对比 2014 年 1 月—2016 年 12 月 DERF2.0 月预测产品(每月 26 日起报次月气温、降水预测产品)与贵州省 84 站月平均气温距平、降水距平百分率实况(图 1)可以发现,分析时段内气温预测与实况的相关系数为 0.28,距平同号率为 58.3%,表明 DERF2.0 对贵州月平均气温有较好的预报。进一步统计发现,预报和实况的距平同正率为 41.7%、同负率为 16.7%,说明 DERF2.0 对贵州气温偏高预测的可参考性高于其对气温偏低的预测。研究时段内 DERF2.0 月降水量的趋势预测与观测值的相关系数仅为 0.02,二者同号率为 44.4%,其中同正率为 27.8%、同负率为 16.7%。表明与气温相比,DERF2.0 对降水预测能力较弱。

3.2 模式质量与业务值班质量对比

3.2.1 月预测质量对比分析 对比分析研究时段内 DERF2.0 与贵州省预报员综合预报的 Ps 评分(图 2a、2b)可见,DERF2.0 预报月平均气温距平和降水距平百分率平均分分别为 73.9 分和 58.9 分,

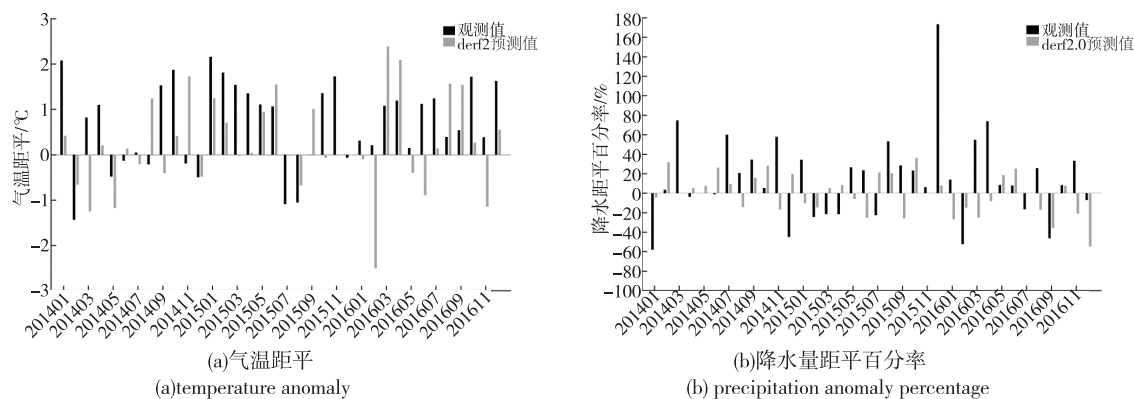


图 1 2014 年 1 月—2016 年 12 月贵州省月平均要素实况和 DERF2.0 预报
Fig. 1 The monthly mean meteorological elements of observation and DERF2.0 from January 2014 to December 2016 in Guizhou

气温较预报员综合预报 P_s 评分略高(73.0 分),降水较预报员综合预报 P_s 评分略低(62.0 分)。同时,DERF2.0 气温和降水 P_s 评分的均方差分别为 26.7 分和 23.5 分,均大于预报员综合预报评分的均方差(对应分别为 24.2 分和 17.5 分),表明 DERF2.0 预测效果较预报员综合预报略差,而且预

报性能较不稳定。从二者的差值对比来看(图 2c、2d),DERF2.0 对气温预报评分优于预报员的月份占 55.6%,且对气温偏高的趋势预测把握更好,对降水预报评分优于预报员的月份仅占 38.9%,且对降水偏多的趋势预测把握较省级更好。

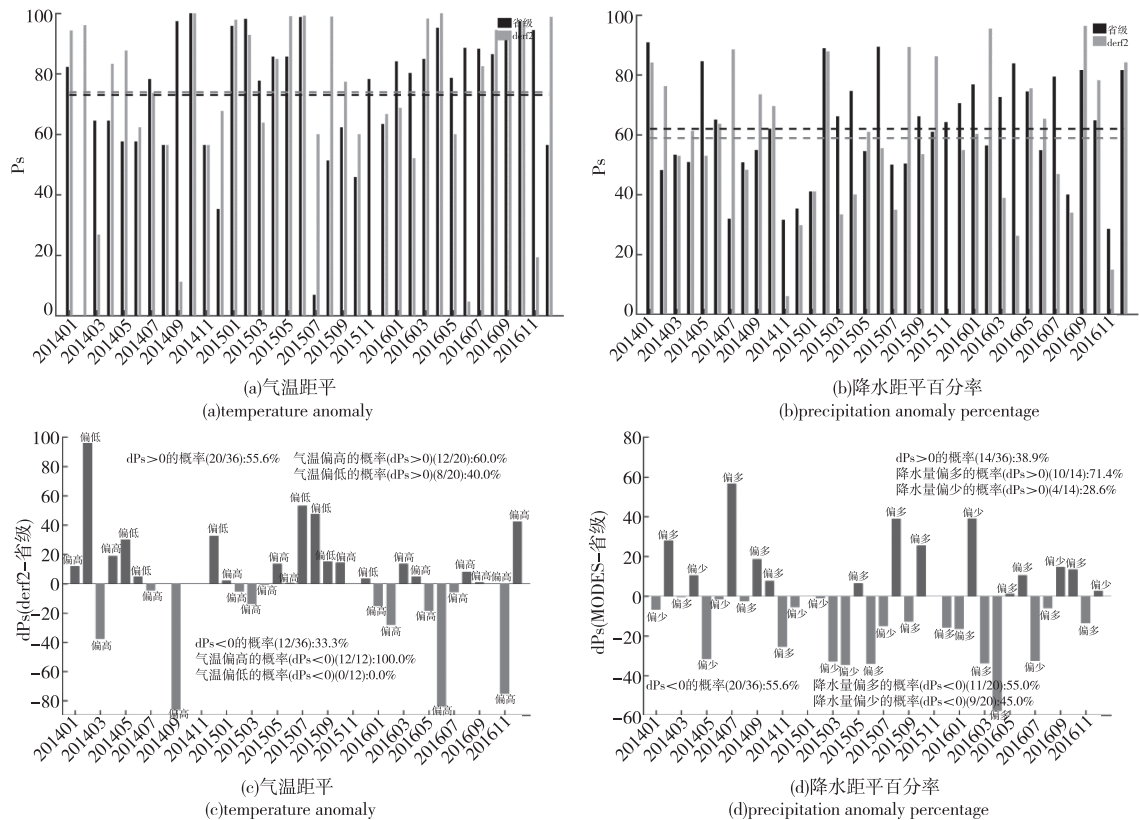


图 2 2014 年 1 月—2016 年 12 月 DERF2.0 与预报员综合预报的 P_s 评分序列((a)、(b)) 和 P_s 评分差值序列((c)、(d))
Fig. 2 The P_s scores of DERF2.0 and forecasters and their difference from January 2014 to December 2015

3.2.2 延伸期预测质量对比分析 由于 DERF2.0 数据逐日更新,根据预报时间长度,选取预报时间在 2014—2016 年 4 月 15 日—10 月 31 日之间的预报产品,利用双线性插值方法将格点资料换算到站点资料,生成贵州代表站点延伸期预报序列,起报时间与预报员上传的月内强降水过程报文一致(上传时间为每年 4—10 月每旬最后 1 日 16 时(北京时),其中 4 月和 10 月各省(区、市)气象局可根据当地气候特征选择性上报月内冷空气过程预测产品数据或月内强降水过程预测数据),上传报文共 57 个文件(2014 年 4 月上、中、下旬和 2014 年 10 月中、下旬和 2016 年 10 月下旬 6 个文件为月内冷空气过程预测数据),但 DERF2.0 数据对应 57 个文件起报时间中 2015 年 8 月 28 日和 2015 年 10 月 27 日 2 个数据文件缺省,共 55 个文件。

月内强降水过程预测产品应用两种方法开展

检验评估,第一种为 Z_s 方法,主要对强降水过程预测进行检验评估;第二种为 C_s 方法,主要针对强降水过程中的降水日数预测进行检验评估。针对上述 55 个数据样本,将预报员预测数据与 DERF2.0 预测数据的 Z_s 和 C_s 评分结果进行对比分析。如图 3 所示,预报员预测数据的 Z_s 和 C_s 评分总体高于 DERF2.0 预测数据,雨季期(4—10 月)分别为 0.18 和 0.17,主汛期(6—8 月)分别为 0.21 和 0.2。但值得注意的是,DERF2.0 预测数据的预测质量在逐年提高, Z_s 和 C_s 逐年较预报员预测数据在雨季期的提高率分别为 25% (4/16)、42% (8/19)、50% (10/20)和 19% (3/16)、21% (4/19)、35% (7/20),在主汛期 DERF2.0 预测数据较预报员预测数据的提高率分别为 33% (3/9)、67% (6/9)、67% (6/9)和 33% (3/9)、33% (3/9)、33% (3/9)。

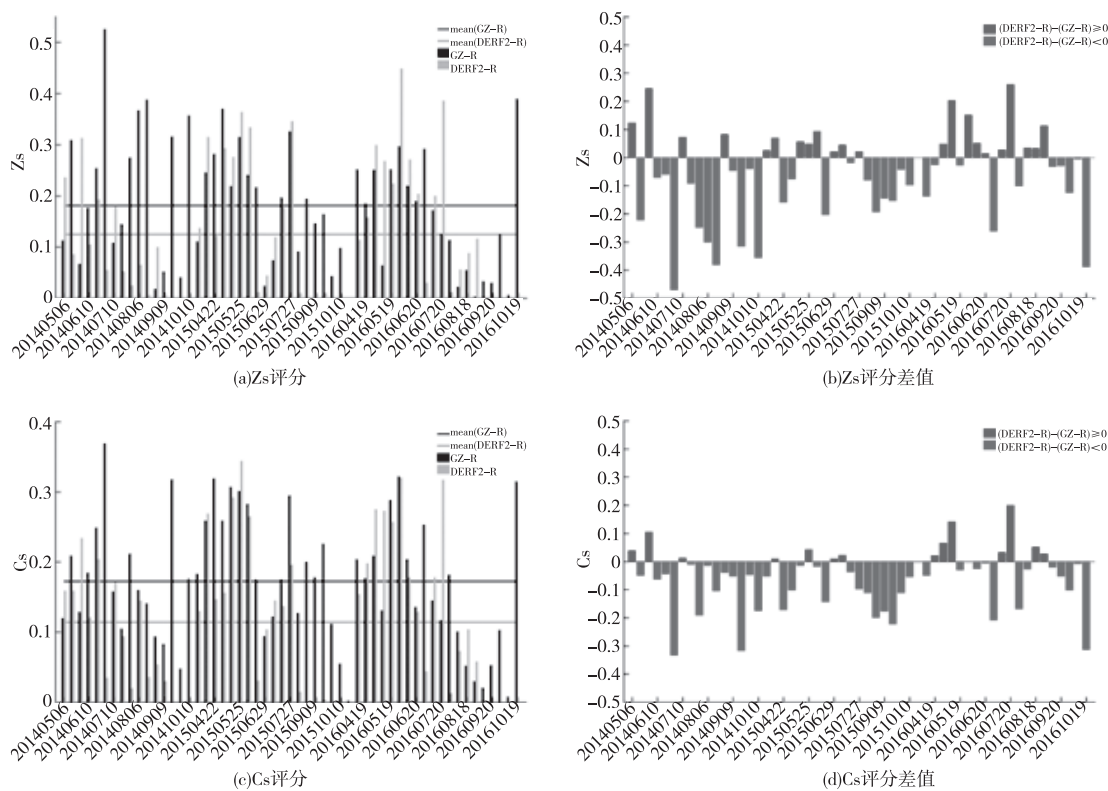


图 3 2014—2016 年 4—10 月 55 个月内强降水过程 DERF2.0 预测数据与预报员预测数据评分
Fig. 3 The scores of 55 monthly heavy rain processes of DERF2.0 and forecasters ((a) Z_s ; (b) C_s) and their difference ((b) Z_s ; (d) C_s) between April and October from 2014 to 2016

3.3 主汛期与雨季强降水过程延伸期预报对比

如图 4 所示,55 个数据样本 Z_s 和 C_s 平均分分别为 0.12 和 0.11,2014—2016 年 4—10 月起报逐年月内强降水过程 Z_s 和 C_s 平均分分别为 0.09 和 0.09、0.13 和 0.12、0.14 和 0.13 (表 1),以及

2014—2016 年 5—7 月起报逐年月内强降水过程 Z_s 和 C_s 平均分分别为 0.14 和 0.13、0.22 和 0.19、0.23 和 0.19,发现 DERF2.0 数据对月内强降水过程预报的准确率在逐年提高,对主汛期(6—8 月)的预报准确率较整个雨季期(4—10 月)略高,并且评

分也呈逐年提高的趋势。

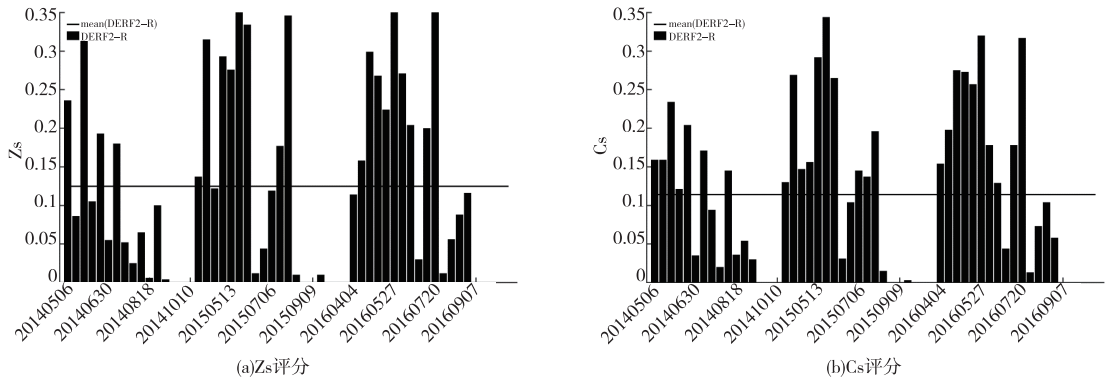


图4 2014—2016年4—10月55个月内强降水过程 DERF2.0 预测数据样本评分

Fig. 4 The scores of 55 monthly heavy rain processes of DERF2.0between April and October from 2014 to 2016:(a) Zs; (b) Cs

表 1 2014—2016 年 4—10 月起报逐年月内强降水过程
DERF2.0 预测数据样本 Zs 和 Cs 平均分统计

Tab.1 The Zs and Cs annual mean scores of monthly
heavy rain processes of DERF2.0 between
April and October from 2014 to 2016

	2014 年	2015 年	2016 年	年平均分
Zs	0.09	0.13	0.14	0.12
Cs	0.09	0.12	0.13	0.11

4 结论与讨论

本项目基于 DERF2.0 开展的 1983—2012 年的回报试验结果,利用短期气候预测业务趋势异常综合检验 Ps 评分方法综合评估 DERF2.0 的月尺度预测性能,利用中国气象局月内强降水过程评分方法(Cs 和 Zs 两种检验评分方法)评估 DERF2.0 的延伸期预报性能,系统性地对模式产品的预测效果进行检验评估,具体结论如下:

①通过 DERF2.0 模式预测产品与观测实况对比,发现 DERF2.0 月预测产品总体上对贵州气温的预测能力优于降水,并且气温偏高预测的可参考性高于其对气温偏低的预测。

②通过 DERF2.0 模式预测产品与业务值班月预测产品质量对比,对比分析研究时段内 DERF2.0 与贵州省预报员综合预报的 Ps 评分,DERF2.0 预报月气温的 Ps 评分较预报员略高,月降水较预报员略低;总体上 DERF2.0 月预测效果较预报员综合预报略差,而且预报性能较不稳定。

③通过 DERF2.0 模式预测产品与业务值班月内强降水过程预测产品质量对比,预报员预测数据的 Zs 和 Cs 评分总体高于 DERF2.0 预测数据,但 DERF2.0 预测数据的 Zs 和 Cs 评分较预报员预测

质量在逐年提高,尤其在整个雨季时段较为明显。

④通过对 DERF2.0 模式预测产品在 2014—2016 年 4 月 15 日—10 月 31 日期间的月内强降水过程预报进行 Zs 和 Cs 检验,发现其对主汛期(6—8 月)的预报准确率较整个雨季期(4—10 月)略高,并且评分也呈逐年上升的趋势。

参考文献

[1] 王绍武,赵宗慈,龚道溢,等. 现代气候学概论[M]. 北京:气象出版社,2005.

[2] 骆美霞,张道民. 实时海温对动力延伸(月)预报影响的数值试验研究[J]. 应用气象学报,2002,13(6):727-733.

[3] 张人禾,朱江,许建平,等. Argo 大洋观测资料同化及其在短期气候预测和海洋分析中的应用[J]. 大气科学,2013,37(2):411-424.

[4] 贾小龙,陈丽娟,高辉,等. 我国短期气候预测技术进展[J]. 应用气象学报,2013,24(6):641-655.

[5] 吴统文,宋连春,刘向文,等. 国家气候中心短期气候预测模式系统业务化进展[J]. 应用气象学报,2013,24(5):533-543.

[6] 陈丽娟,李维京. 月动力延伸预报产品的评估和解释应用[J]. 应用气象学报,1999,10(4):486-490.

[7] 李维京,陈丽娟. 动力延伸预报产品释用方法的研究[J]. 气象学报,1999,57(3):338-345.

[8] 顾伟宗,陈丽娟,张培群,等. 基于月动力延伸预报最优信息的中国降水降尺度预测模型[J]. 气象学报,2009,67(2):280-287.

[9] 林纾,李维京,陈丽娟. 月动力延伸预报产品在甘肃省的释用及评估[J]. 气象,2004,30(10):22-26.

[10] 何慧根,李巧萍,吴统文,等. 月动力延伸预测模式业务系统 DERF2.0 对中国气温和降水的预测性能评估[J]. 大气科学,2014,38(5):950-964.

[11] 杜良敏,柯宗建. 一种适用于延伸期过程事件预报的检验方法[J]. 应用气象学报,2013,24(6):686-694.

[12] 李忠燕,白慧,张娇艳,等. DERF2.0 对贵州气温、降水的预测性能评估[J]. 贵州气象,2017,41(3):1-9.