

张峰, 2017. 2016 年 12 月至 2017 年 2 月 T639、ECMWF 及日本模式中期预报性能检验[J]. 气象, 43(5): 628-633.

2016 年 12 月至 2017 年 2 月 T639、ECMWF 及 日本模式中期预报性能检验^{*}

张 峰

国家气象中心, 北京 100081

提 要: 对 2016 年 12 月至 2017 年 2 月 T639、ECMWF 及日本(文中简称 JP)数值模式的中期预报产品进行了分析和检验。结果表明: 3 个模式对亚洲中高纬环流形势的调整和演变均具有较好的预报性能, 其中 ECMWF 模式预报效果最好。3 个模式对 850 hPa 温度的转折性变化趋势均有较好的预报能力, 对南方地区温度变化的预报能力优于北方地区; T639 模式对北方地区的温度预报存在整体偏低的误差, 而 JP 模式对南方地区的温度预报整体偏高, ECMWF 预报综合效果最好。对于 2017 年 2 月影响全国的寒潮天气过程中地面冷高压的预报, T639 模式对地面冷高压中心强度的预报效果优于 ECMWF 和 JP 模式, ECMWF 模式对高压中心位置预报较为准确, T639 和 JP 模式对高压中心位置预报均存在明显偏差。

关键词: T639 模式, ECMWF 模式, 日本模式, 中期天气预报, 天气学检验

中图分类号: P456

文献标志码: A

DOI: 10.7519/j.issn.1000-0526.2017.05.012

Performance Verification of Medium-Range Forecast by T639, ECMWF and Japan Models from December 2016 to February 2017

ZHANG Feng

National Meteorological Centre, Beijing 100081

Abstract: The performance of medium-range forecast is verified and compared for the models of T639, ECMWF and Japan from December 2016 to February 2017. The results show that all of the three models can predict the variation and adjustment of the atmospheric circulation over Asian middle and high latitude areas well, of which ECMWF model performs the best. The three models perform well in predicting the transitions of temperature at 850 hPa, as they all have smaller biases for southern China than for northern China. Temperature forecasts for northern China, produced by T639 model are lower while temperatures forecasted by Japan model for southern China are higher, and ECMWF model performs better than the other two models in general. For the surface high pressure forecasting during the nationwide cold wave process in February 2017, T639 model performs better in forecasting the intensity of cold high pressure than ECMWF and Japan models. ECMWF model does well in forecasting the location of high center, while T639 and Japan models produce obvious bias.

Key words: T639 model, ECMWF model, Japan model, medium-range forecast, synoptic verification

^{*} 2017 年 3 月 24 日收稿; 2017 年 4 月 18 日收修定稿

第一作者: 张峰, 主要从事中短期天气预报工作. Email: zhangfeng@cma.gov.cn

1 天气气候概况

2016年12月至2017年2月,全国平均气温为 -1.50°C ,较常年同期(-3.38°C)偏高 1.88°C ,为1961年以来最暖的冬季,也是第20个暖冬。从空间分布看,全国各地气温普遍较常年同期偏高 $1\sim 2^{\circ}\text{C}$,其中,西北地区中部和东部、华北地区西部、江南大部、华南北部及新疆中东部、内蒙古中西部、西藏北部和西部等地偏高 $2\sim 3^{\circ}\text{C}$,内蒙古、新疆、西藏的局地偏高 3°C 以上。全国31个省(区、市)冬季平均气温均较常年同期偏高 $1\sim 2.5^{\circ}\text{C}$,其中,浙江等13个省(区、市)为历史同期最高值,内蒙古等10个省(区、市)为次高值。

2016年12月至2017年2月,全国平均降水量 38.0 mm ,较常年同期(39.8 mm)偏少 4.5% 。降水呈北多南少的空间分布,长江以北大部降水量偏多2成至1倍,其中东北中部、黄淮大部及内蒙古中部、新疆南部、青海西部、西藏西部等地偏多 $1\sim 2$ 倍,内蒙古、新疆和西藏的局部地区偏多2倍以上;长江以南大部降水偏少,其中,江南中部和东部、华南中部和北部、贵州西部、四川西部和南部、西藏东部、甘肃中部等地偏少 $2\sim 8$ 成(国家气候中心,2017a;2017b;2017c)。

2016年12月至2017年2月,北方地区降雪频繁,新疆、宁夏和山东等多地发生雪灾,造成经济损失6000余万元;受冷空气影响,我国多地出现低温冻害,其中云南省和陕西省受灾情况较为严重,造成经济损失6000余万元;云南地区出现6次冰雹灾害,造成经济损失3000余万元;受高温少雨天气影响,宁夏和陕西等地的部分地区遭受干旱灾害,直接经济损失2.27亿元。总体来看,各类灾情与2009年以来同期均值相比明显偏轻。

2 资料

本文选取2016年12月至2017年2月T639、ECMWF及JP模式20时(北京时,下同)分析场和中期预报时效预报场进行天气学检验及预报效果的对比分析,检验所用的资料主要包括3个模式的500 hPa位势高度场、850 hPa温度场和海平面气压场等,模式资料分辨率均为 $2.5^{\circ}\times 2.5^{\circ}$ 。

3 模式中期预报性能检验

3.1 亚洲中高纬环流形势预报检验

西风指数可以反映中高纬地区对流层中层大尺度环流形势演变和调整,是中期预报最常用的指标之一,通过检验西风指数可以了解数值模式对中高纬地区对流层中层环流形势调整与演变的中期时效预报性能(尹姗,2016;赵晓琳,2015;刘一,2014;刘凑华和赵晓琳,2013)。图1给出的是2016年12月至2017年2月T639、ECMWF和JP模式不同时效西风指数预报和零场的相关系数,结果显示在144 h时效内,ECMWF模式预报效果最好,T639和JP模式预报效果较为接近,3个模式的预报场和零场的相关系数均大于0.87,对大尺度环流均有较好的预报能力;随着预报时效延长,3个模式预报误差均不同程度增大,但ECMWF模式的预报误差随时效延长而增大的速率要低于其他两个模式,其综合预报性能明显优于其他两个模式。

图2给出的是根据2016年12月至2017年2月T639、ECMWF和JP模式高度场零场及120 h预报场计算得到的亚洲中、高纬西风指数逐日演变曲线。从模式零场的分析情况来看,2016年12月至2017年2月西风指数呈现多波动状态,期间,共发生2次显著的高低指数转换过程。2017年1月初西风指数从高指数逐渐降低,到1月12日降低到

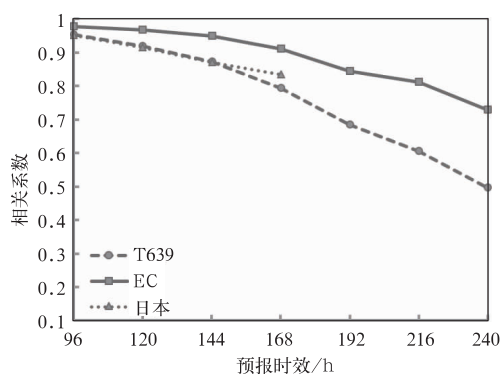


图1 2016年12月至2017年2月T639、ECMWF和JP模式对西风指数的预报与零场的相关系数随时效的变化

Fig. 1 Correlation coefficients of westerly index between 00 h and 96–240 h prediction fields by T639, ECMWF and Japan models from December 2016 to February 2017

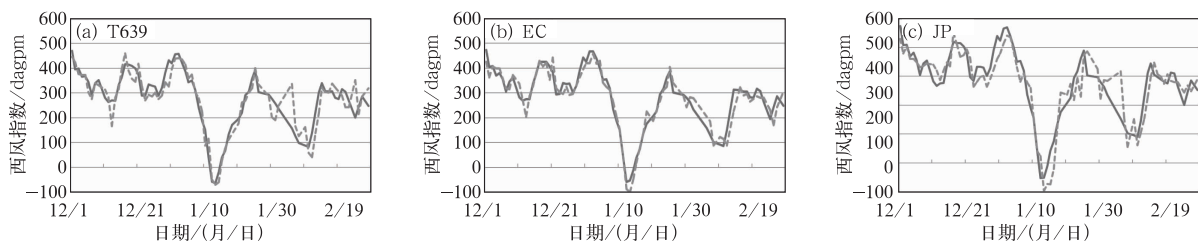


图 2 2016 年 12 月至 2017 年 1 月 T639(a)、ECMWF(b) 及 JP 模式(c)零场(实线)及其对应的 120 h 预报场(虚线)的西风指数逐日演变曲线

Fig. 2 Daily evolution curves of westerly index of 00 h (solid line) and corresponding 120 h (dashed line) forecasts calculated by T639 (a), ECMWF (b) and Japan (c) models from December 2016 to February 2017

-58 dagpm, 对应 3 月上旬影响全国中东部地区的冷空气过程, 8—10 日的较强冷空气给我国中东部地区先后带来 4~6 级偏北风, 气温下降 4~8℃, 其中东北部分地区降温幅度达到 10~14℃; 西风指数在 1 月底到 2 月上旬再次出现由高向低的调整, 对应着 2 月上旬的一次寒潮过程, 此次过程给长江以北地区带来 4~6 级大风, 并使中东部大部地区降温 6~8℃, 局地降温超过 10℃; 2 月 19—24 日, 西风指数有一次 100 dagpm 左右幅度的下降过程, 对应 2 月 19—23 日前后的一次寒潮过程。此次冷空气南下配合暖湿气流, 给我国中东部地区带来较强雨雪天气过程, 北方多地出现暴雪或大暴雪, 南方则出现大范围的大到暴雨。

从 120 h 预报与实况对比来看, 3 个模式均能较好地反映出西风指数的变化趋势, 但对每次波动幅度和发生时间的预报各有偏差。对 2 月上旬的西风指数下降并在中、下旬回升的过程, T639 和 ECMWF 模式均表现较好, JP 模式对西风指数为负值的持续时间预报较零场偏长, 且对西风指数的回升过程预报效果略偏差; 对 1 月底到 2 月上旬出现的西风指数下降过程, T639 和 JP 模式预报均出现一次较零场明显偏大的误差, ECMWF 模式预报整体表现较好; 对 2 月 19—24 日的指数小幅下降过程, T639 模式预报的下降过程中出现一次异常升高, ECMWF 模式整体表现较好, JP 模式预报的下降幅度较零场偏小。

综合分析可以得出, 对大尺度环流形势演变和调整的预报, 3 个模式均表现出一定的中期预报能力, 随着预报时效的延长, 3 个模式的预报误差均趋于增大。ECMWF 模式预报的西风指数变化趋势较其他两家模式与零场更为接近, 在预报西风指数变化幅度和变化趋势上与零场之间的误差更小, 对

西风指数的预报效果明显优于 T639 和 JP 模式。

3.2 850 hPa 温度变化趋势预报检验

在冬季由于冷空气活动频繁, 气温变化剧烈, 寒潮降温预报成为冬季灾害性天气预报的重要部分(赵晓琳, 2015), 850 hPa 温度变化通常被用来表征天气的冷暖变化趋势, 对于地面气温预报具有较好的指示意义。对模式的 850 hPa 温度预报场进行检验是了解和掌握模式预报性能的重要方法, 本文在天津北部(40°N、117.5°E)和江西南部(25°N、115°E)选取了两个格点分别代表北方和南方地区(赵晓琳, 2015; 尹姗, 2016), 用于检验 3 个模式对 850 hPa 温度变化趋势的中期预报能力。

从 2016 年 12 月至 2017 年 2 月 850 hPa 温度的整体变化(图 3)可以看出, 这个冬季我国冷空气活动较为频繁, 北方地区气温起伏多变, 南方地区的气温变化幅度相对缓和。3 个模式对南、北方代表站点的 120 h 预报与实况的相关系数均达到 0.8 以上, 较好地反映出了这个冬季温度的变化趋势, 表现出模式对 850 hPa 温度具有良好的预报性能。在北方地区, T639 模式对 850 hPa 温度的 120 h 预报较实况普遍偏低; 对 1 月上旬和中旬的持续降温过程, T639 和 JP 模式 120 h 预报均表现出不同程度的偏差, ECMWF 模式表现较好; 对 2 月 15 日前后的气温上升过程, T639 和 JP 模式 120 h 预报的升温幅度均较实况偏小, ECMWF 模式预报与零场较为一致。

T639、ECMWF 和 JP 模式零场与 120 h 预报场在北方站点的绝对误差平均值分别为 2.41、1.53 和 1.56℃, 而其在南方站点的绝对误差平均值分别为 1.51、0.98 和 1.31℃, 3 个模式对南方地区 850 hPa 温度的 120 h 预报偏差均比北方地区小。

整体上来看,3个模式对这个冬季南方地区逐日温度变化的120 h预报均表现较好,其中ECMWF模式表现更优于其他两个模式;对2016年12月底南方地区的一次降温过程,3个模式120 h预报较零场均不同程度偏大;对2017年1月12日前后的温度变化情况,T639模式120 h时效预报较零场存在较大偏差;JP模式对这个冬季南方代表站点850 hPa温度的预报普遍较零场偏高。

由上可见,3个模式对南方地区温度变化的预报能力优于北方地区,T639模式对北方地区的温度预报存在整体偏低的误差,而JP模式对南方地区的温度预报整体偏高,ECMWF模式对南、北方温度变化的预报能力均优于T639和JP模式。

3.3 地面冷高压的预报能力检验

2017年2月6—9日,受西伯利亚强冷空气南下影响,我国中东部大部地区自北向南先后遭受寒潮影响,出现大范围大风降温 and 雨雪冰冻天气,平均气温普遍下降 $4\sim 6^{\circ}\text{C}$,部分地区降温幅度超过 10°C ,最低气温的 0°C 线推进到长江中下游地区附近。本文选取T639、ECMWF和JP模式的海平面气压场零场及对应的120 h预报场进行对比,分析其对地面冷高压的预报性能。

表1是地面冷高压中心强度零场、120 h预报场及其误差的逐日变化,由表1可知,T639和JP模式在冷空气过程前半段对冷高压中心强度的预报较

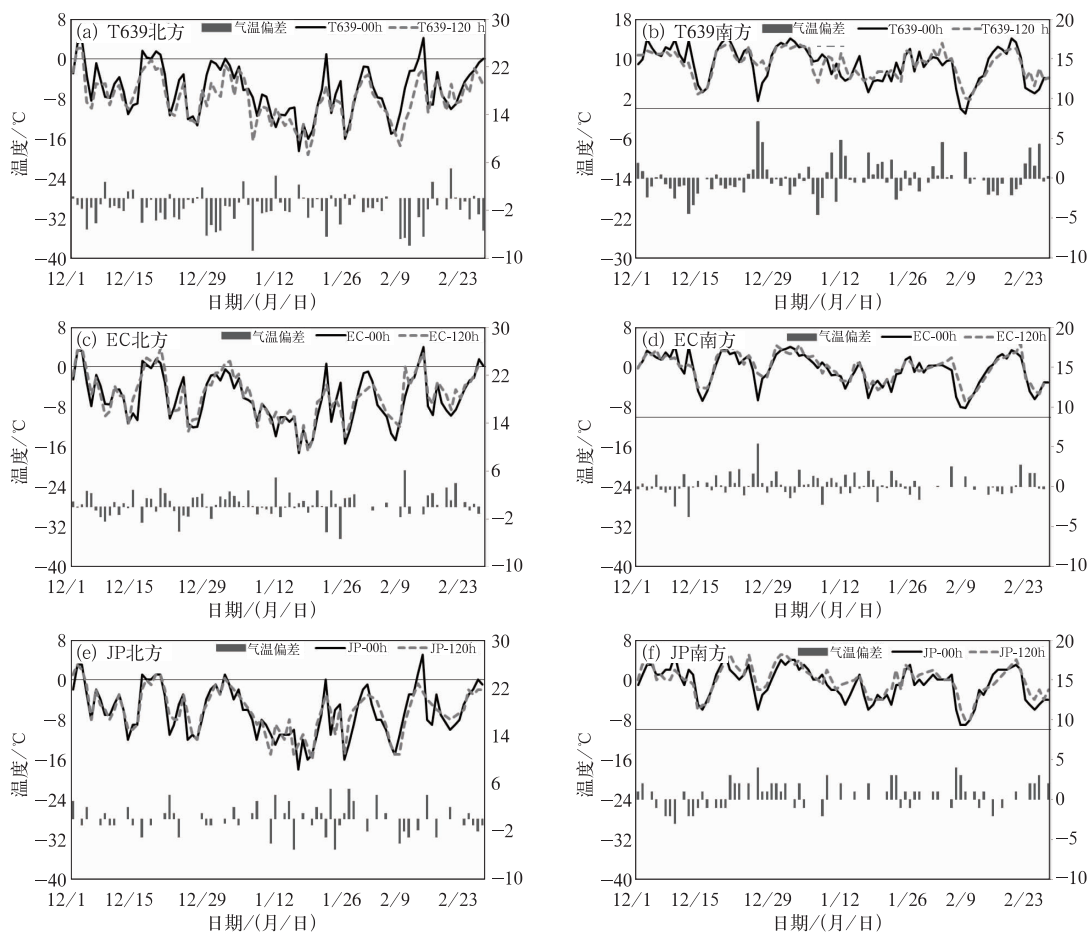


图3 2016年12月至2017年2月T639模式(a,b)、ECMWF模式(c,d)和JP模式(e,f)零场(实线)和对应的120 h预报场(虚线)850 hPa温度随时间演变曲线及预报偏差(柱状)
(a,c,e)北方,(b,d,f)南方

Fig. 3 Temporal evolution curves of 00 h (solid line) and corresponding 120 h (dashed line) temperature forecasts at 850 hPa and their bias (histogram) calculated by T639 (a, b), ECMWF (c, d) and Japan (e, f) models from December 2016 to February 2017
(a, c, e) northern China, (b, d, f) southern China

表 1 2017 年 2 月 6—9 日寒潮过程中不同模式 20 时地面高压中心强度
零场与 120 h 预报场及误差(单位: hPa)

Table 1 The strength of initial and 120 h forecasting fields in the center of surface high pressure and errors for different models during severe cold wave processes from 6 to 9 February 2017 (unit: hPa)

日期	T639			EC 模式			JP 模式		
	零场	预报	误差	零场	预报	误差	零场	预报	误差
6 日	1048.95	1047.66	-1.29	1056.66	1047.58	-9.08	1051	1039	-12
7 日	1051.25	1051.81	0.56	1059.79	1052.5	-7.29	1053	1051	-2
8 日	1046.12	1048.31	2.19	1053.94	1045.73	-8.21	1049	1050	1
9 日	1042.35	1048.72	6.37	1049.68	1044.51	-5.17	1043	1053	10
标准差			2.98			5.38			5.01

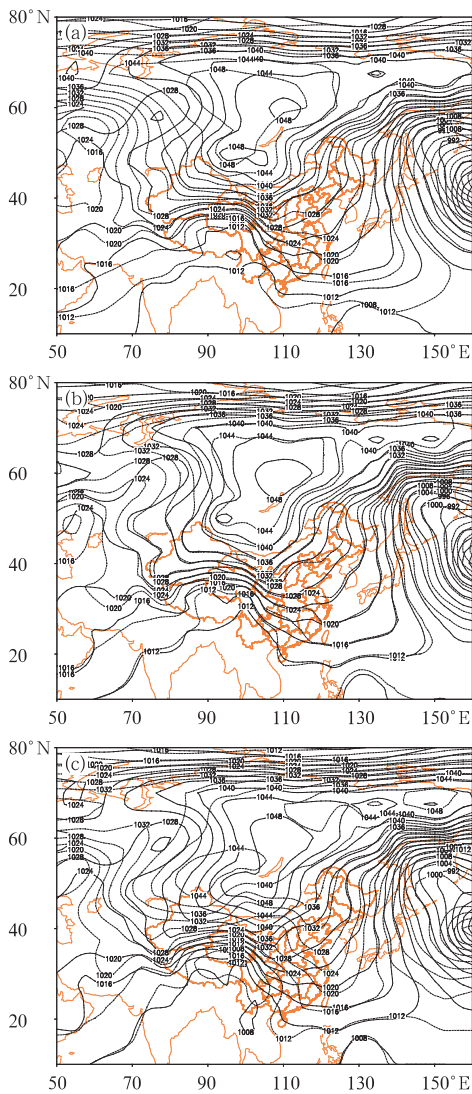


图 4 2017 年 2 月 7 日 20 时 T639 (a)、ECMWF(b)和 JP(c)模式海平面气压场零场(实线)及 120 h 预报场(虚线)(单位:hPa)

Fig. 4 The sea level pressure initial field (solid line) and 120 h forecasts (dashed line) calculated by T639 (a), ECMWF (b) and Japan(c) models at 20:00 BT 7 February 2017 (unit: hPa)

零场偏弱,后半段预报偏强,ECMWF 模式对冷高压中心强度的预报整体偏弱;3 个模式均较好地预报出了冷高压先增强后减弱的变化趋势;T639、EC-MWF 和 JP 模式 120 h 预报误差的标准差分别为 2.98、5.38 和 5.01,说明 T639 模式对冷高压中心强度的预报效果优于其他两个模式。

2017 年 2 月 7 日,地面冷高压中心达到此次寒潮过程的最大值,本文选取了 3 个模式中中期时效预报对冷高压位置和水平分布等进行检验(图 4)。由图 4 可知,地面高压主体控制中西伯利亚高原至内蒙古一带的大片地区,高压中心位于贝加尔湖附近。T639 模式预报的高压中心位置较零场偏西,ECM-WF 模式预报较为准确,JP 模式预报的高压中心分为了两段,一部分偏西,另一部分偏东北。从对地面冷高压水平分布的预报误差看,T639 和 ECMWF 模式在高压南部对气压的预报较零场偏小,JP 模式在高压南部对气压水平分布的预报与零场存在较大偏差。

4 结 论

本文通过对 T639、ECMWF 及 JP 模式中中期时效预报产品的检验,主要得出以下几点结论:

(1) 对 2016 年 12 月至 2017 年 2 月 500 hPa 西风指数的变化趋势,3 个模式在 144 h 时效内的预报均与零场较为一致,能准确地反映出亚洲中高纬地区大尺度环流形势的演变和调整,表现出较好的中期预报能力。其中,ECMWF 模式预报性能最好,JP 和 T639 模式预报性能较为接近。T639 和 JP 模式对 2 月上旬西风指数下降过程的预报均存在较零场明显偏大的误差。

(2) 对 850 hPa 温度的预报,3 个模式对我国南、北方 850 hPa 温度的转折性变化趋势均有较好

的预报能力,对南方地区温度变化的预报误差小于北方地区,T639模式对北方地区的温度预报存在整体偏低的误差,而JP模式对南方地区的温度预报整体偏高,ECMWF模式对南、北方温度变化的预报能力均优于T639和JP模式。

(3)对2017年2月6—9日造成全国范围寒潮天气过程的地面高压系统,T639模式对高压中心强度的预报效果优于ECMWF和JP模式,T639和JP模式在冷空气过程前半段对冷高压中心强度的预报较零场偏弱,后半段预报偏强,ECMWF模式对冷高压中心强度的预报整体偏弱。T639模式预报的高压中心位置较零场偏西,ECMWF模式预报较为准确。从对地面冷高压水平分布的预报误差看,T639和ECMWF模式在高压南部对气压的预报较

零场偏小。JP模式对高压中心位置和气压水平分布的预报均与零场存在较大偏差。

参考文献

- 国家气候中心,2017a.2016年12月气候特征及异常成因简析[R].
- 国家气候中心,2017b.2017年1月气候特征及异常成因简析[R].
- 国家气候中心,2017c.2017年2月气候特征及异常成因简析[R].
- 刘凑华,赵晓琳,2013.2012年12月至2013年2月T639、ECMWF及日本模式中期预报性能检验[J].气象,39(5):653-658.
- 刘一,2014.2013年12月至2014年2月T639、ECMWF及日本模式中期预报性能检验[J].气象,40(5):637-641.
- 尹姗,2016.2015年12月至2016年2月T639、ECMWF及日本模式中期预报性能检验[J].气象,42(5):637-642.
- 赵晓琳,2015.2014年12月至2015年2月T639、ECMWF及日本模式中期预报性能检验[J].气象,41(5):649-653.