

张峰. 2016. 2016 年 3—5 月 T639、ECMWF 及日本模式中期预报性能检验. 气象, 42(8):1020-1025.

2016 年 3—5 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 3—5 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,其中对南方地区温度变化的预报能力明显优于北方地区,ECMWF 综合预报效果最好。此外,选取了 2016 年 3 月 3—5 日的沙尘天气过程进行个例分析,发现 T639 和 ECMWF 模式对此次过程的地面高压系统的中期预报指示意义较好。

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.1000-0526.2016.08.013

Performance Verification of Medium-Range Forecasts by T639, ECMWF and Japan Models from March to May 2016

ZHANG Feng

National Meteorological Centre, Beijing 100081

Abstract: The performance of medium-range forecasts is verified and compared for the models of T639, ECMWF and Japan from March to May 2016. 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 all perform well in predicting the transitions of temperature at 850 hPa, as they all have smaller biases for Southern China than for Northern China, but ECMWF model shows a better comprehensive performance than the other two. Taking the sandstorm process seen in 3—5 March as a case, we see that T639 and ECMWF models are more effective than Japan model in medium-range forecasting of the surface high pressure system which incurred the sandstorm weather process this time.

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

1 3—5 月天气概况

2016 年 3—5 月,全国平均降水量 174.9 mm,较常年同期(143.7 mm)偏多 21.7%,为历史同期第三高值,仅次于 1952 年(187.1 mm)及 1973 年

(179.1 mm)。从空间分布来看,东北大部、内蒙古西部及东北部、新疆北部、西北地区东部、甘肃西北部、西藏中东部、西南地区东部、江淮、江南、华南中东部等地降水偏多 2~5 成,部分地区偏多 1~2 倍;新疆西部、西藏西北部、内蒙古中部、华北至黄淮地区降水偏少 2~8 成。

* 2016 年 6 月 29 日收稿; 2016 年 7 月 25 日收修定稿

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

3—5月, 全国平均气温 11.6°C , 较常年同期 (10.4°C) 偏高 1.2°C , 为 1961 年以来历史同期第二高值, 仅次于 2008 年春季 (11.8°C)。从空间分布来看, 全国大部地区气温较常年同期明显偏高, 其中北方大部地区气温较常年同期偏高 $1\sim 2^{\circ}\text{C}$, 局部偏高 $2\sim 4^{\circ}\text{C}$ 。

3—5月, 我国华南地区较早进入前汛期 (3月21日), 较常年 (4月6日) 偏早 16 d, 为近 7 年来最早; 入汛以来, 南方地区强对流频繁, 暴雨频发, 多地发生洪涝灾害, 部分地区损失较重; 北方冬麦区出现阶段性气象干旱; 北方地区共出现 8 次沙尘天气。

2 资料

本文选取 2016 年 3—5 月 T639、ECMWF 及 JP 模式 20 时 (北京时) 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。T639 模式资料的分辨率为 $1.125^{\circ}\times 1.125^{\circ}$, ECMWF 模式和 JP 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

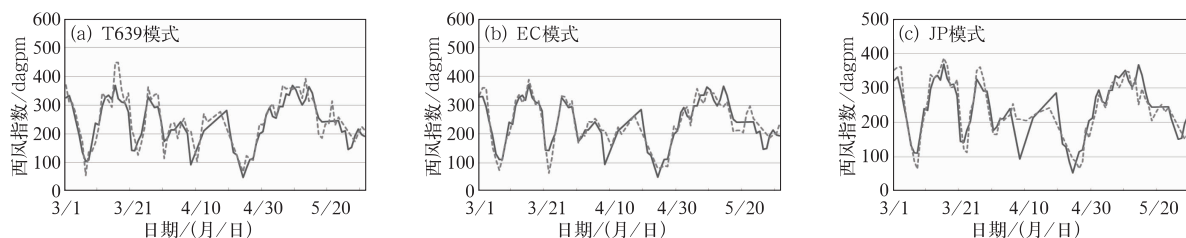


图 2 2016 年 3—5 月 T639 模式 (a)、ECMWF 模式 (b) 及 JP 模式 (c) 零场 (实线) 及其对应的 120 h 预报场 (虚线) 的西风指数逐日演变曲线

Fig. 2 Daily evolution curves of westerly-index of 00 h (solid line) and the corresponding 120 h (dashed line) forecasts calculated by T639 (a), ECMWF (b) and JP (c) models from March to May 2016

图 2 给出的是根据 2016 年 3—5 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。从模式的分析情况来看, 3—5 月西风指数处于多波动状

态, 共发生 4 次高低指数转换过程。3 月上旬西风指数从高指数逐渐降低, 到 3 月 8 日降低到 100 dagpm, 对应 3 月 7—10 日影响全国的一次中等强度冷空气过程, 其中南方地区降温幅度达到 $6\sim$

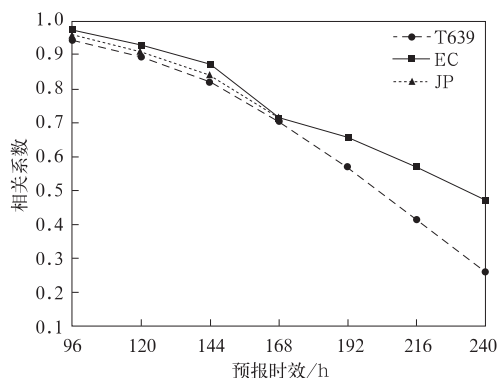


图 1 2016 年 3—5 月 T639、ECMWF 和 JP 模式对西风指数的预报与零场的相关系数随时效的变化

Fig. 1 Correlation coefficients of westerly-index between 00 h and 96–240 h prediction fields by T639, ECMWF and JP models from March to May 2016

8℃,局地超过 10℃;西风指数在 3 月 20 日前后和 4 月上旬各出现一次由高向低的调整,对应着 3 月下旬和 4 月上旬的两次冷空气过程;4 月 20 日以后,西风指数再次由高指数迅速下降到 55 dagpm 左右,对应 4 月 20 日前后的一次冷空气过程。此次冷空气过程给内蒙古中部、吉林西部等地带来扬沙天气,冷空气南下过程配合低层切变线,给长江中下游地区和华南南部等地带来较强降水过程,局地出现暴雨或大暴雨。

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 3 月上旬的西风指数下降过程,3 个模式均表现较好,随后的西风指数回升过程,ECMWF 和 JP 模式表现较好,T639 模式预报的回升幅度较零场偏大;对 3 月 20 日前后的西风指数下降过程,T639 模式预报的下降时间较零场略偏晚,ECMWF 模式预报的下降幅度偏大,JP 模式整体表现较好;对 4 月上旬的指数调整过程,T639 模式预报的下降时间较零场偏晚,ECMWF 和 JP 模式预报的下降幅度均较零场偏小;对 4 月 20 日以后由高指数向低指数变化的过程,T639 和 ECMWF 模式预报的变化趋势均与零场较为一致,整体表现较好,JP 模式预报的指数下降时间较零场略偏晚。

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 对 500 hPa 环流形势场的预报检验

在天气分析中,通常利用 500 hPa 等高线来分析对流层中层的形势变化,而西太平洋副热带高压(简称副高)是影响我国的主要天气系统之一,其位置和强度的变化是影响我国强降雨带及气温分布的重要因素。中期数值预报模式对 500 hPa 环流形势和副高的预报能力是衡量该模式预报性能好坏的重要标志之一。以下将主要对比 2016 年 3—5 月 T639 和 ECMWF 模式 500 hPa 位势高度零场及对应的 120 h 时效预报场。由于 JP 模式资料缺失较多,因此未对其进行检验。

3—5 月,我国上空主要受偏西气流控制,多短波槽脊活动(朱乾根等,2007)。如图 3 所示,T639 和 ECMWF 模式 3—5 月 500 hPa 平均位势高度的零场在中高纬地区非常相似,表明这两个模式对东亚地区资料同化处理的能力大致相当。对中亚到新疆上空的高压脊,T639 模式预报强度较零场偏弱,ECMWF 模式预报与零场较为吻合;T639 模式对东北地区的低槽 120 h 时效预报较零场偏深,而对华东地区的低槽预报较零场偏浅,反映出对影响东北地区的冷空气强度预报偏强,而对南下的冷空气强度预报偏弱;ECMWF 模式 120 h 时效对东亚低槽的预报较零场偏浅,反映出对东路冷空气的强度预报偏弱。对西太副高的位置和强度,T639 模式 120 h 时效预报较零场偏东偏弱,ECMWF 模式 120 h 时效预报较零场略偏弱。

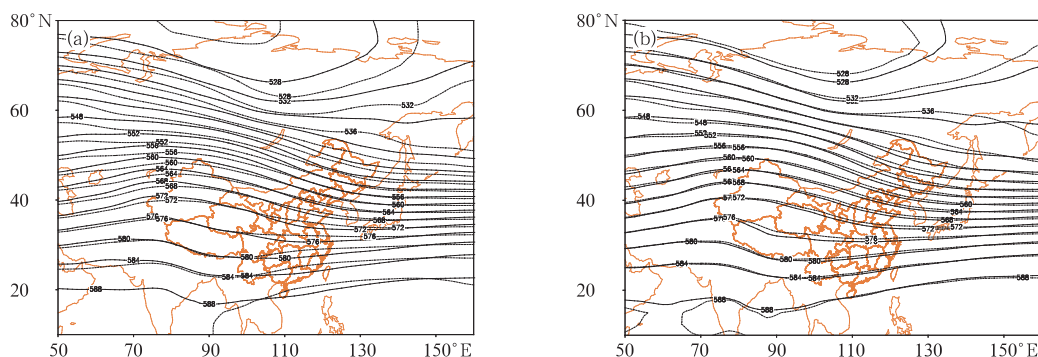


图 3 2016 年 3—5 月 T639 模式(a)和 ECMWF(b)模式 500 hPa 平均位势高度零场(实线)与对应的 120 h 时效预报场(虚线)(单位: dagpm)

Fig. 3 Average 500 hPa geopotential height at 00 h (solid line) and the corresponding 120 h (dashed line) calculated by T639 (a) and ECMWF (b) models from March to May 2016 (unit: dagpm)

再对比两个模式中南支槽的表现。南支槽是冬半年副热带南支西风气流在青藏高原南侧孟加拉湾地区产生的半永久性低压槽,是冬半年影响南亚和东亚的主要天气系统之一,而春季又是南支槽最活跃的时期。从图3可以看出,ECMWF模式对南支槽的预报与其零场相当吻合,说明ECMWF模式对于青藏高原及其以南地区平均位势高度场的描述十分细致;T639模式预报场也与零场比较接近,但对南支槽前地区的高度场预报较零场偏强。

T639和ECMWF模式预报的副高 120°E 脊线的检验如图4所示(当副高主体偏东且未达到 120°E

时,脊线指数设为缺测),3—5月副高脊线的位置维持在 15°N 附近,其中,3月26日前后有一次较为明显的南落,T639模式表现较好,ECMWF模式预报脊线位置较零场偏北;4月下旬副高脊线再次南落到 10°N 以南地区,对这一阶段副高脊线的变化,两家模式预报的脊线南落时间均较零场偏晚;5月12日前后,副高脊线北抬至 25°N 以北,两个模式预报均表现较好;随后至5月23日前后,副高脊线再次大幅南落,两个模式对这一阶段副高脊线南落幅度的预报均较零场偏小。

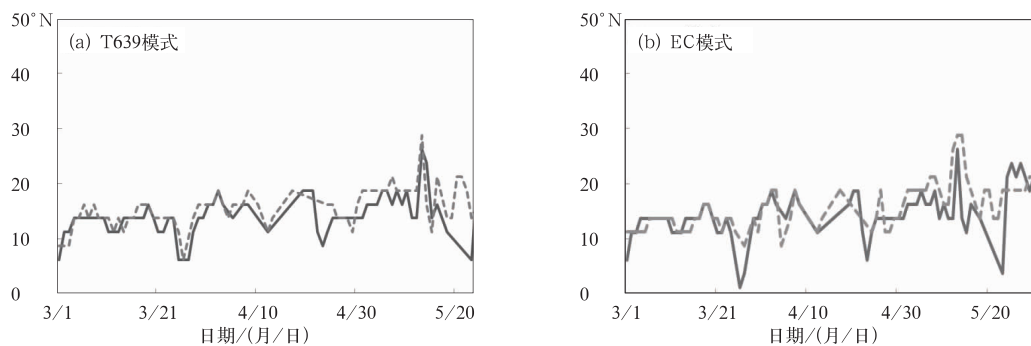


图4 2016年3—5月T639模式(a)和ECMWF模式(b)零场(实线)与对应的120 h(虚线) 120°E 副高脊线位置随时间演变曲线

Fig. 4 The temporal evolution curves of 00 h (solid line) and the corresponding 120 h (dashed line) forecasted ridge line of subtropical high along 120°E calculated by T639 (a) and ECMWF (b) models from March to May 2016

3.3 850 hPa 温度变化趋势预报检验

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3个模式850 hPa温度预报场进行检验也是了解和掌握模式预报性能的重要方法,本文选取了天津北部(40°N 、 117.5°E)和江西南部(25°N 、 115°E)两个格点分别代表北方和南方地区,用于检验模式对850 hPa温度变化趋势的中期预报能力(图5)。

从模式850 hPa温度逐日分析演变图可以看出,我国北方地区850 hPa温度在3—5月呈现逐渐上升趋势,南方地区气温在3月出现两次较大的升降波动,4月以后呈现缓慢上升的趋势,北方地区气温变化幅度较大,南方地区在4月以后气温变化幅度相对缓和。3个模式120 h预报均较好地反映出了温度的这种变化趋势。对北方地区3月的两次降温过程和其间短暂回温,3个模式整体表现较好;对

4—5月北方地区气温的频繁波动,T639和JP模式120 h预报均表现出不同程度的偏差,ECMWF模式预报与零场较为一致。

3个模式对南方地区温度的120 h预报偏差均比北方地区小。整体上来看,3个模式对南方地区3—5月逐日温度变化的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,T639、ECMWF和JP模式的零场和120 h预报场的相关系数分别为0.91、0.95和0.92;对3月下旬南方地区气温迅速下降的过程,T639和ECMWF模式预报与零场较为一致,JP模式预报的降温幅度较零场偏大;对4—5月的温度变化情况,3个模式120 h时效预报的温度整体上均较零场略偏高。

由上可见,3个模式对南方地区温度变化的预报能力明显优于北方地区,模式对南方地区的温度预报均存在整体偏高的误差,ECMWF模式对温度变化的预报能力要优于T639和JP模式。

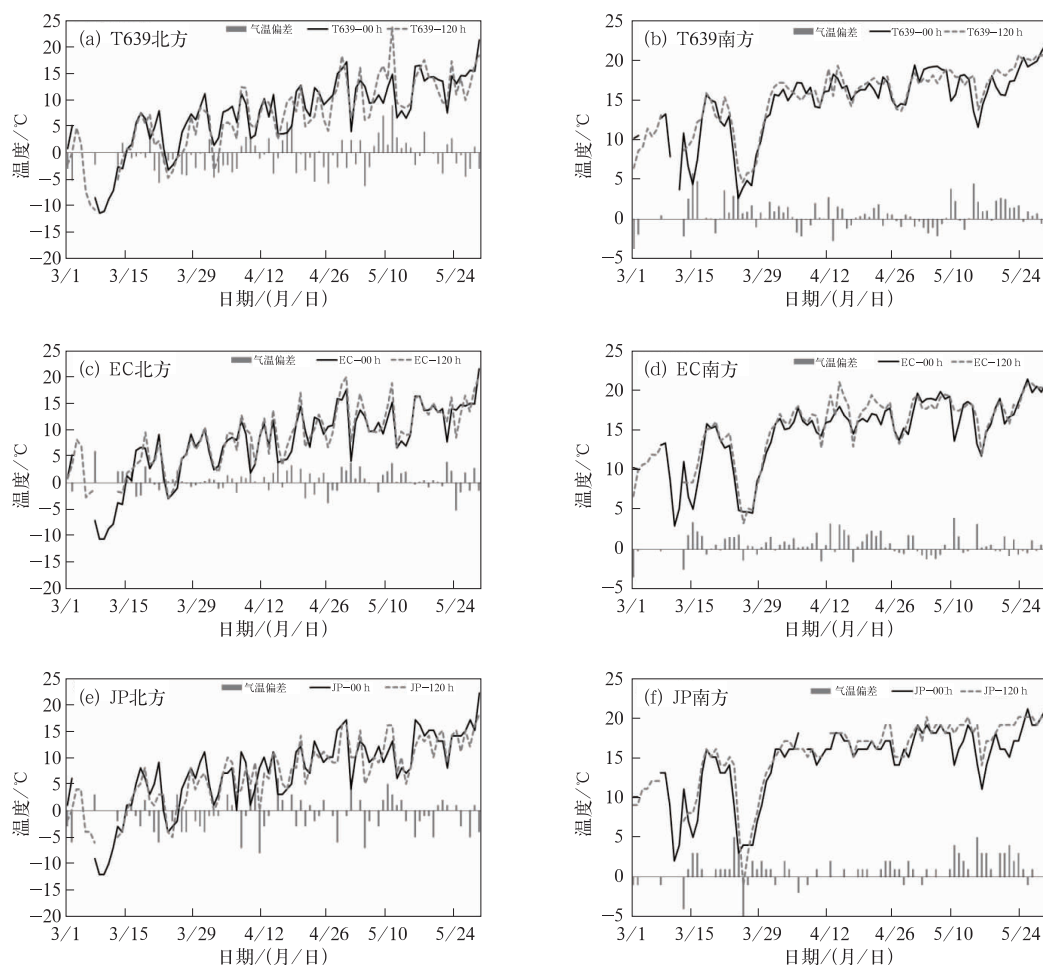


图 5 2016 年 3—5 月 T639 模式(a,b)、ECMWF 模式(c,d)和 JP 模式(e,f)零场(实线)和对应的 120 h 预报场(虚线)850 hPa 温度随时间演变曲线及预报偏差(柱状)(a,c,e)北方,(b,d,f)南方

Fig. 5 The daily evolution curves of 00 h (solid line) and the corresponding 120 h (dashed line) forecasted temperature at 850 hPa and their bias (histogram)

calculated by T639 (a,b), ECMWF (c,d) and JP (e,f) models from March to May 2016

(a,c,e) Northern China, (b,d,f) Southern China

3.4 沙尘预报能力检验

沙尘天气是春季天气预报的重点关注对象之一。2016 年 3—5 月,我国共出现 8 次沙尘天气过程(5 次扬沙,2 次沙尘暴,1 次强沙尘暴过程),较常年同期(17 次)明显偏少,比 2001—2015 年近 15 年同期平均(11.4 次)偏少 3.4 次,较 2015 年同期偏少 1 次(赖芬芬,2015)。其中,3 月 3—4 日,我国北方地区受中等强度冷空气影响,新疆北部、内蒙古中西部、甘肃、宁夏、陕西、华北西部等地有 4~6℃降温,局地降温幅度达 10~12℃;上述地区并伴有 6~8 级大风。新疆南部、内蒙古中西部、青海、甘肃、宁

夏、陕西北部、山西北部等地出现扬沙或沙尘暴,其中,新疆淖毛湖、内蒙古海都拉、二连浩特等地出现了强沙尘暴。下面就以其为例分析 3 个模式对沙尘天气的预报能力。

此次沙尘天气的影响系统是地面气旋和冷高压及其前部冷锋,本文选取 T639、ECMWF 和 JP 模式 3 月 3 日 20 时的海平面气压场零场及对应的 120 h 预报场进行对比分析(图 6)。3 月 3 日 20 时,蒙古气旋位于蒙古国中部,中心气压 1008 hPa,冷锋位于内蒙古西部至甘肃北部一带,锋后冷高压强度达到 1032 hPa 以上。锋区附近存在较大的气压梯度,冷锋后部出现了地面强风,局地风力达到 8~9 级。

从图6可见3个模式零场蒙古气旋和冷锋后部冷高压的位置较为一致,从蒙古中部至甘肃北部一带存在较大的气压梯度。对比3个模式的120 h预报可以看出,模式对锋后冷高压的位置和强度预报与各自零场相比均较为接近,但对位于蒙古中部的低压中心,T639和ECMWF模式的120 h预报均较零场位置偏北,中心气压均较零场偏低,JP模式120 h未预报明显的低压中心,与零场偏差较大。综合来看,T639和ECMWF模式的预报均较能反映出上述地区将出现沙尘天气,预报效果较好。

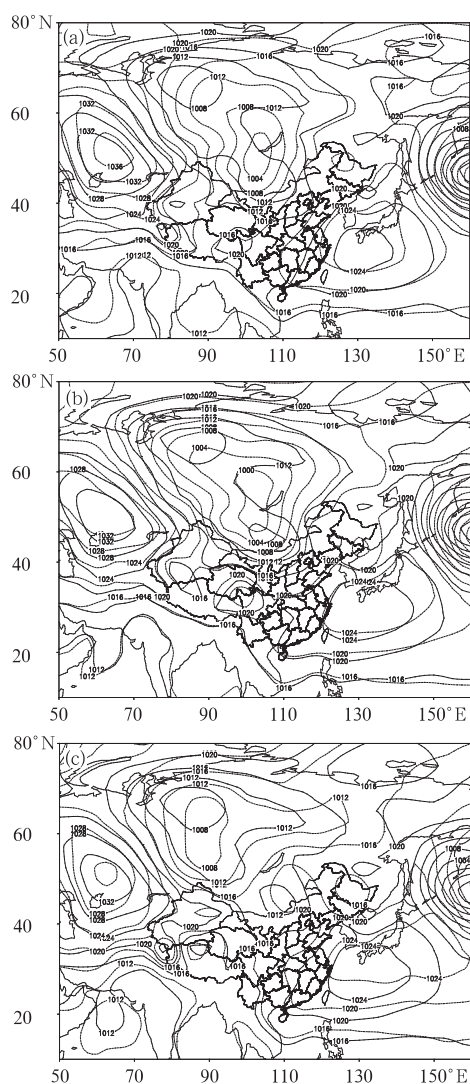


图6 2016年3月3日20时T639模式(a)、ECMWF模式(b)和JP(c)模式海平面气压场零场(实线)及120 h预报场(虚线)

Fig. 6 The sea level pressure initial field (solid line) and 120 h forecasts (dashed line) calculated by T639 (a), ECMWF (b) and JP(c) models at 20:00 BT 3 March 2016

值得注意的是,沙尘天气个例不同,各模式的预报性能也会存在较大差异,蔡芎宁(2011)的分析结果也表明各个模式对沙尘天气的预报各有优劣。

4 结 论

本文通过对T639、ECMWF及日本模式中期时段预报产品的检验,主要得出以下几点结论。

(1)对2016年3—5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模式预报的西风指数变化趋势较其他两家模式与零场更为接近,其综合预报性能明显优于T639和JP模式。

(2)对500 hPa位势高度场,T639和ECMWF模式120 h时效预报均较好地反映了中高纬地区的环流形势变化,具有较好的预报能力。两个模式对副高范围和强度及其脊线北抬南落的预报均与各自零场存在不同程度的偏差。

(3)对850 hPa温度的预报,3个模式对我国南方和北方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能力明显优于北方地区,3个模式对南方地区的温度变化存在整体偏高的预报误差,ECMWF模式对南、北方地区温度变化的预报能力整体优于T639和JP模式。

(4)对2016年3月3—5日北方地区的沙尘天气过程,T639和ECMWF模式120 h时效预报均较好地预报出了造成沙尘的地面天气系统,预报效果要优于JP模式,但强度和位置上存在一些偏差。

参考文献

- 蔡芎宁. 2011. 2011年3—5月T639、ECMWF及日本模式中期预报性能检验. 气象, 37(8): 1026-1030.
- 国家气候中心. 2016. 2016年春季气候特征及异常成因分析.
- 黄威. 2013. 2013年3—5月T639、ECMWF及日本模式中期预报性能检验. 气象, 39(8): 1076-1082.
- 赖芬芬. 2015. 2015年3—5月T639、ECMWF及日本模式中期预报性能检验. 气象, 41(8): 1036-1041.
- 刘为一. 2014. 2014年3—5月T639、ECMWF及日本模式中期预报性能检验. 气象, 40(8): 1019-1025.
- 刘一. 2012. 2012年3—5月T639、ECMWF及日本模式中期预报性能检验. 气象, 38(8): 1017-1022.
- 朱乾根, 林锦瑞, 寿绍文, 等. 2007. 天气学原理和方法(第四版). 北京: 气象出版社, 198-203.