

任宏昌, 2018. 2018年3—5月T639、ECMWF及日本模式中期预报性能检验[J]. 气象, 44(8): 1104–1109.

2018年3—5月T639、ECMWF及 日本模式中期预报性能检验^{*}

任宏昌

国家气象中心, 北京 100081

提 要: 对2018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: 三个模式对欧亚中高纬环流形势的调整和演变均具有较好的预报性能, 能较准确地反映出欧亚地区中高纬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。在副热带高压偏弱的背景下, ECMWF和T639模式在中期时效能够较好地对应副热带高压的南北摆动进行预报。三个模式对我国南方和北方的温度预报偏高, 其中春季前期温度变化较大, 预报效果较差, 4月下旬至5月气温变化平稳, 预报效果略好。整体而言, 各模式对温度的升降波动预报较为准确, ECMWF模式的预报效果最好。对3月27—29日的沙尘天气过程进行分析发现, ECMWF模式对此次过程低压中心和后部冷高压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: P459

文献标志码: A

DOI: 10.7519/j.issn.1000-0526.2018.08.012

Performace Verification of Medium-Range Forecasts by T639, ECMWF and Japan Models from March to May 2018

REN Hongchang

National Meteorological Centre, CMA, Beijing 100081

Abstract: The medium-range forecasts calculated by the T369, ECMWF and Japan (JP) models are verified. The results show that all of the three models could well predict the variation and adjustment of the atmospheric circulation over middle and high latitudes in Eurasia, and among them the ECMWF model performs the best, which has a good performance in predicting activity of western Pacific subtropical high. All the three models perform well in predicting the transition of temperature at 850 hPa, but they tend to over-estimated the temperature over the north and south of China. For southern China, three models have smaller biases in temperature prediction than for northern China, and the ECMWF model has better performance than T639 and Japan model. As far as the sandstorm precess seen in 27–29 March, the ECMWF model is more effective than Japan and T639 model in medium-range forecasting of the surface high pressure system which incurred the sandstorm weather this time.

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

1 3—5月天气概况

2018年春季, 中国大部分地区气温偏高约1~

2℃, 其中主要有两条主要的气温偏高地带, 一条位于长江中下游以南—华南地区北部, 另一条横贯新疆东部、甘肃大部、河套地区、内蒙古大部和吉林西部等地区。上述地区气温普遍偏高2~4℃。全国仅云

^{*} 国家科技支撑项目(2015BAC03B07)和国家重点基础研究发展计划(973计划)(2013CB430203)共同资助

2018年7月24日收稿; 2018年8月14日收修定稿

作者: 任宏昌, 主要从事中长期天气预报和短期气候预测研究. Email: renhc@cma.gov.cn

南、四川和西藏东南部气温较常年略偏低。2018年春季全国平均气温达 12.1°C ,显著高于常年同期(10.4°C),偏高幅度(1.7°C)为1961年以来最大。春季整个亚洲中低纬地区为异常高压脊控制,这可能是导致中国大部分地区气温偏高的主要原因。

2018年春季我国东部地区降水呈现南少北多型分布,江南南部至华南大部地区降水普遍偏少约20%~50%。长江及其以北地区则普遍降水偏多,其中黄淮至江淮地区降水显著偏多约50%以上,部分地区可达100%。在我国西部,西南地区降水亦偏多,但新疆中南部、青海西部、西藏大部则降水普遍偏少约20%~50%,部分地区偏少80%以上。春季全国平均降水量为146.2 mm,较常年同期(143.7 mm)略为偏多。2018年春季,乌拉尔山上空为低槽,有利于引导冷空气南下;而华北地区为高压脊控制,有利于其南部的西北太平洋暖湿空气向西向北输送至我国内陆。同时,西北太平洋副热带高压(以下简称副高)西侧的偏南风输送也是春季中国重要的水汽来源。冷暖空气交汇于长江以北地区及华西,造成上述区域降水偏多。江南南部至华南东部一带受南海至热带西太平洋上空异常气旋性环流西侧的东北气流影响,降水偏少(王遵娅等,2018)。

2018年春季华南前汛期开始于4月20日,由广西入汛,较往年偏晚14 d。今年春季以来,我国出现了10次大范围沙尘天气过程,较近5年同期平均和去年同期均偏多,3、4、5月分别出现3、5、2次。其中,3月26—29日沙尘天气影响范围最大、持续时间最长,受沙尘天气影响,我国西北、华北、东北以及华中地区多地出现空气严重污染的状况。

2 资 料

本文选用的资料主要包括:T639、ECMWF以及JP模式20时(北京时)模式零场和中期时效预报场进行天气学检验及预报效果的对比分析。所用资料主要包括上述三个模式的500和850 hPa的位势高度场、风场和温度场以及海平面气压场,资料水平分辨率为 $2.5^{\circ}\times 2.5^{\circ}$,选用时段为2018年3—5月;模式预报的副高脊线、西风指数等根据各自的500 hPa位势高度场和风场计算而得。

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

西风指数能够定量表示纬向环流的强弱,是中期预报最常用的指标之一。通过检验西风指数,可以评估数值模式对中高纬地区对流层中层大尺度环流形势调整与演变的中期时效预报性能(霍达,2017;张峰,2016;赖芬芬,2015;刘为一,2014;黄威,2013;蔡芎宁,2011)。图1给出2018年3—5月T639、ECMWF和JP模式在不同时效下西风指数预报和模式零场的相关系数。结果表明,三个模式在120 h时效以内对大尺度环流均具备较好的预报能力,预报场与零场西风指数的相关系数均大于0.8,其中ECMWF模式的预报能力最优,T639模式的预报能力相对偏弱。随着预报时效的延长,上述三个模式的预报误差均出现不同程度的增长,ECMWF模式对大尺度环流的预报性能相对更好。

利用模式的零场和120 h预报场,分别计算了T639、ECMWF和JP模式亚洲中高纬西风指数的逐日演变曲线(图2)。从三个模式的零场来看,3月上旬西风指数较为平稳,波动较小,3月下旬西风指数出现一次明显的上升,并维持在较高指数状态,环流经向度较小,中高纬地区受平直纬向环流控制,不利于冷空气的南下活动,导致全国大部分地区气温偏高。3月全国平均气温达到为 7.0°C ,较常年同期(4.1°C)偏高 2.9°C ,为1961年以来历史同期最高。4月上旬,西风指数出现一次显著的下降,有利于冷

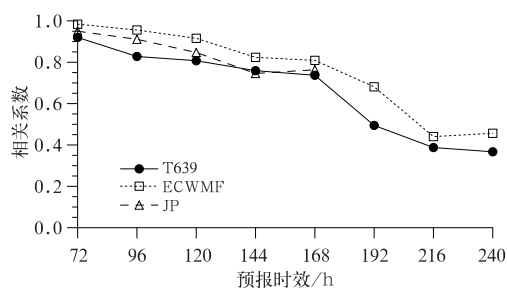


图1 2018年3—5月T639、ECMWF和JP模式对西风指数的预报与零场的相关系数随时效的变化

Fig. 1 Correlation coefficients of westerly index between 00 h and 72–240 h prediction fields by T639, ECMWF and JP models from March to May 2018

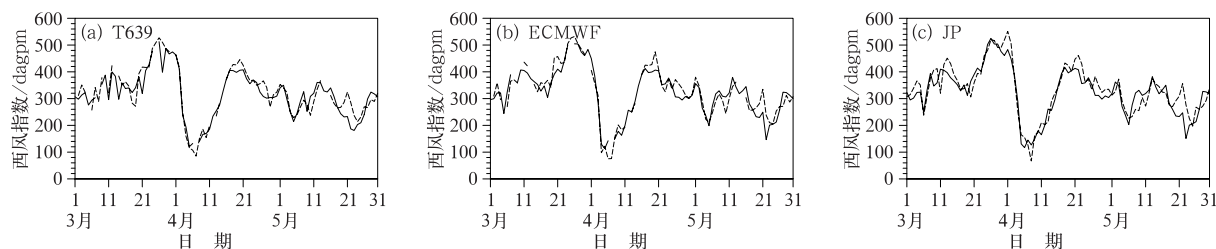


图2 2018年3—5月T639(a)、ECMWF(b)及JP模式(c)零场(实线)及对应的120 h
预报场(虚线)的西风指数逐日演变曲线

Fig. 2 Daily evolution curves of westerly index in 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 2018

空气的活动。4月3—7日出现了全国性的强寒潮过程,西北东北部、华北、东北东部和南部、黄淮大部、江淮西部及内蒙古等地过程最大降温幅度在 14°C 以上,部分地区超过 17°C ,全国多个站点连续降温幅度突破历史极值。此次寒潮天气过程造成北京、河北、山西、陕西、甘肃、宁夏、安徽、山东等8省(区、市)遭受较为严重的低温冻害。4月中旬西风指数逐渐回升,但下旬再次出现明显下降,对应一次较强的冷空气过程。同时,频繁的冷空气活动与暖湿气流共同作用导致了4月长江中下游降水频发,出现洪涝灾害。5月,西风指数呈现小幅度波动状态,全国气温基本与常年相当。

从模式预报结果来看,三个模式在中期时效均对西风指数有着较好的预报能力,能够很好地把握环流的调整。三个模式均很好地预报出了西风指数的大幅度调整,其中ECMWF模式对西风指数大幅度调整的预报能力最优,对转折时间的预报比较准确;而JP模式对西风指数的小幅度震荡表现出较好的预报能力。T639模式对3月上中旬和5月下旬大尺度环流调整预报相较另外两家把握能力略弱。ECMWF、JP和T639模式西风指数120 h预报与零场的相关系数分别为0.91、0.85和0.82。

3.2 500 hPa 环流形势场的预报检验

在天气分析中,500 hPa等高线通常代表了对流层中层的环流形势。副高是夏季影响我国的重要天气系统,副高南北位置的变化及西伸脊点的进退与我国夏季雨带的南北推移以及强降水中心的分布有着密切的联系(朱乾根等,2007)。因此,中期数值预报模式对副高的预报能力是衡量该模式夏季预报性能的重要指标之一(霍达,2017;张峰,2016)。以

下将主要对比2018年3—5月T639和ECMWF模式位势高度零场及对应的120 h时效预报场。

2018年春季,乌拉尔山附近是一个范围较大的低压槽区,而中国华北—日本南部则受一个高压脊控制(图3)。在这样的环流配置下,乌拉尔山低槽有利于引导高纬的冷空气南下,使得我国冷空气活动较为活跃,如前文所述,在全国范围内发生数次大范围的降温和低温天气。同时,春季华北东部的500 hPa高度场异常偏高,表明这一区域高压脊活动较为频繁,有利于高压脊东南侧的西北太平洋暖湿水汽沿高压脊外围输送至我国(王遵娅等,2018),有利于降水偏北,使得春季我国长江中下游等地出现阶段性强降水过程,引发洪涝灾害。由图3可见,T639和ECMWF模式对低纬的高度场有着较好的预报能力。对中高纬而言,两个模式对乌拉尔山附近的低槽均有着较好的预报能力,反映出模式对南下影响我国的冷空气强度预报较好。但两者对中国华北—日本南部的高压脊的预报能力则相对较差,两个模式120 h时效预报的500 hPa高度场均相对零场偏弱。

T639和ECMWF模式预报的副高 120°E 脊线的检验如图4所示。从逐日演变来看,2018年春季副高偏南平均脊线维持在 10°N 附近,这也是我国春季江南南部和华南大部降水普遍偏少的原因之一。分月来看,3月副高整体偏南。4月副高出现较为明显的增强和北抬,有利于4月江南大部、两广地区等出现较强的降水。进入5月,副高进一步北抬,有利于水汽向我国南方的输送,在此期间我国南方也出现了多次大范围降雨过程。总体而言,2018年春季副高整体偏南,T639和ECMWF模式对副高脊线位置的预报较好,但相比而言T639模式的预

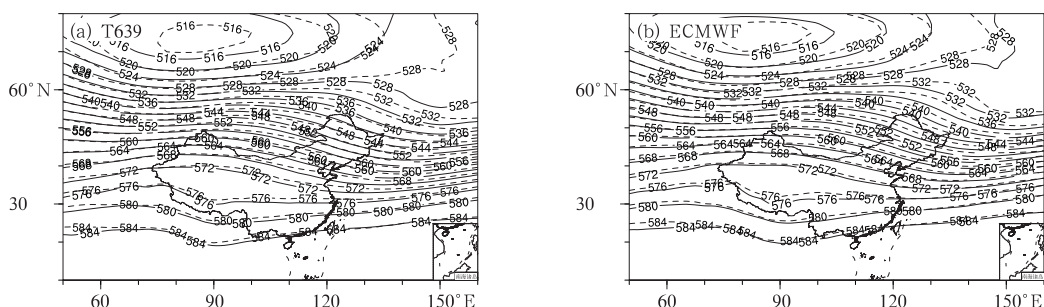


图 3 2018 年 3—5 月 T639(a)和 ECMWF(b)模式零场(实线)与 120 h 预报(虚线)的季节平均位势高度场(单位: dagpm)

Fig. 3 Average 500 hPa geopotential height in 00 h (solid line) and the corresponding 120 h (dashed line) forecasts calculated by T639 (a) and ECMWF (b) models from March to May 2018 (unit: dagpm)

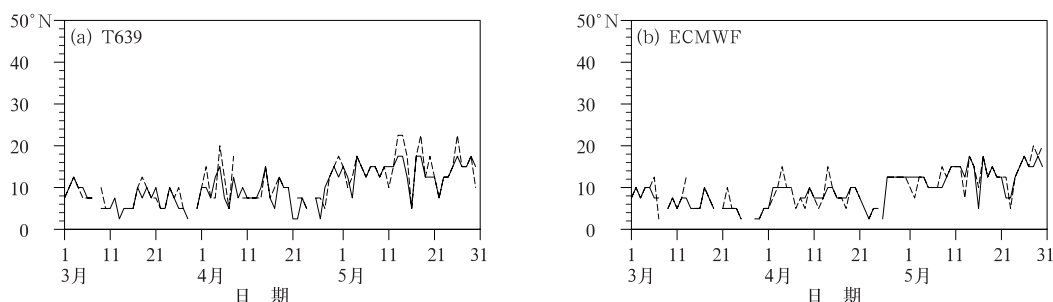


图 4 2018 年 3—5 月 T639(a)和 ECMWF(b)模式零场(实线)与 120 h 预报(虚线)副高脊线位置逐日演变曲线

Fig. 4 Temporal evolution curves of subtropical high ridge line along 120°E in 00 h (solid line) and the corresponding 120 h (dashed line) forecasts calculated by T639 (a) and ECMWF (b) models from March to May 2018

报误差较大。两家模式均较好地预报出了副高的阶段性北抬和南落, ECMWF 模式对于副高脊线的预报要优于 T639 模式。

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, 对于地面气温预报有着较好的指示意义。检验三个模式 850 hPa 温度预报场也是了解和掌握模式预报性能的重要方法。为了检验模式对我国不同地区温度变化趋势的中期预报能力, 选取了天津北部(40°N、117.5°E)和江西南部(25°N、115°E)两个格点分别代表中国北方和南方地区来进行检验(图 5)。

从模式 850 hPa 温度逐日分布演变图可知, 我国北方地区 850 hPa 温度在春季尤其是初春, 相比往年偏高。在整个春季整体呈上升趋势, 然而温度变化存在着较大的升降波动, 尤其在 3 月上旬和中旬, 北方地区遭遇两次强冷空气过程, 伴随着两次剧

烈的降温, 降温幅度可达 10℃ 以上。其中 3 月中旬的降温过程给北京城区带来了明显的雨雪天气, 结束了北京连续 145 d 无有效降水日数的记录。4 月上旬同样出现了一次强降温过程, 此次强降温过程降温范围广, 造成北方多省(区、市)遭受严重的低温冻害。通过 120 h 预报图可以看出, 三个模式对初春的强降温过程均有着较好的预报能力, 准确地预报出了降温的时间以及降温的幅度。南方地区降温过程的降温幅度明显小于北方地区。模式均提前 120 h 准确地预报出了降温的时间节点和相应的降温幅度。4 月下旬及 5 月, 我国南北方温度变化呈缓慢上升趋势, 三家模式也很好地预报出气温的变化特征。

总体而言, 北方地区受到强冷空气过程的影响更加显著, 模式对北方地区温度的预报误差相对南方地区也偏大, 模式对南方地区的气温预报在整个春季呈现整体略偏高的误差特征, 而对北方地区的气温预报则呈现春季前期正负误差均较大, 春季后

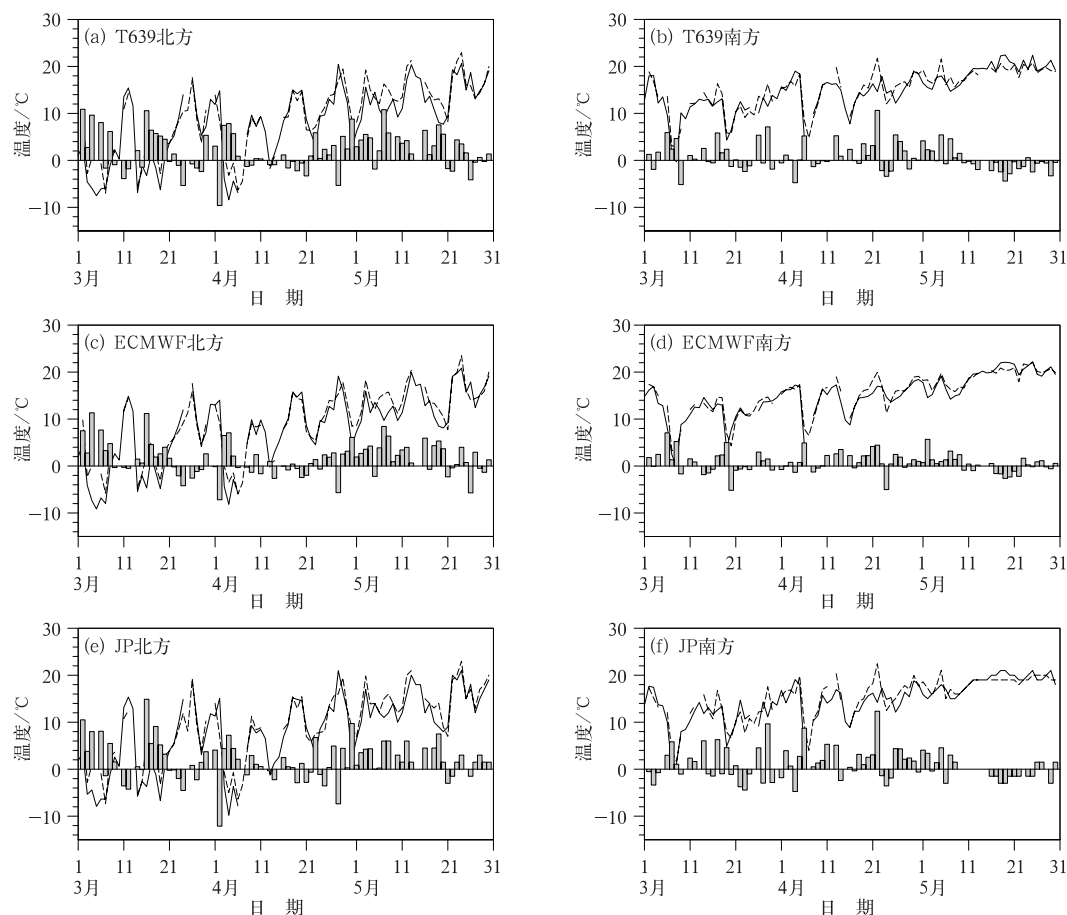


图5 2018年3—5月T639模式(a, b)、ECMWF模式(c, d)和JP模式(e, f)零场(实线)和对应的120 h预报场(虚线)850 hPa温度随时间演变曲线及预报偏差(柱形)
(a, c, e)中国北方, (b, d, f)中国南方

Fig. 5 Temporal evolution curves of temperature at 850 hPa in 00 h (solid line) and the corresponding 120 h (dashed line) forecasts and their biases (histogram) calculated by T639 (a, b), ECMWF (c, d) and JP (e, f) models in northern China (a, c, e) and southern China (b, d, f) from March to May 2018

期误差较小,整体偏高的特点。总的看来,ECMWF模式对温度变化的预报误差相对最小,预报能力要优于T639和JP模式。

4 沙尘预报能力检验

沙尘天气在我国春季较为频发,是预报的重点关注对象之一。今年春季,我国共出现了10次大范围沙尘天气过程,较近5年同期平均和去年同期均偏多,接近2000年以来同期平均次数(11.4次)。其中,3月26—29日沙尘天气影响范围最大、持续时间最长,新疆南疆盆地、甘肃河西、内蒙古中西部、宁夏北部、陕西北部、山西北部、河北中北部、北京、天津、东北地区、河南中北部等地先后出现扬沙或浮

尘,内蒙古锡林郭勒盟部分地区出现沙尘暴。受沙尘天气影响,空气质量下降明显,多地出现严重污染,其中,北京地区27日夜间至28日,PM₁₀浓度峰值超过3000 $\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$,并伴有局地重度霾,PM_{2.5}浓度为180~335 $\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$,能见度1~3 km。本文以此次沙尘天气过程为例,对比分析三个模式对沙尘天气的预报能力。

此次沙尘天气主要受地面气旋、冷高压及其前部冷锋影响。由3月27日20时海平面气压场可知,蒙古气旋已经东移至我国东北地区,其中心气压低于995 hPa。冷锋位于内蒙古东部—河北北部—北京一带,锋后冷高压强度达到1020 hPa以上。锋区附近气压梯度大,冷锋后部出现了地面强风。从图6可以看出,三个模式零场的蒙古气旋以及冷锋

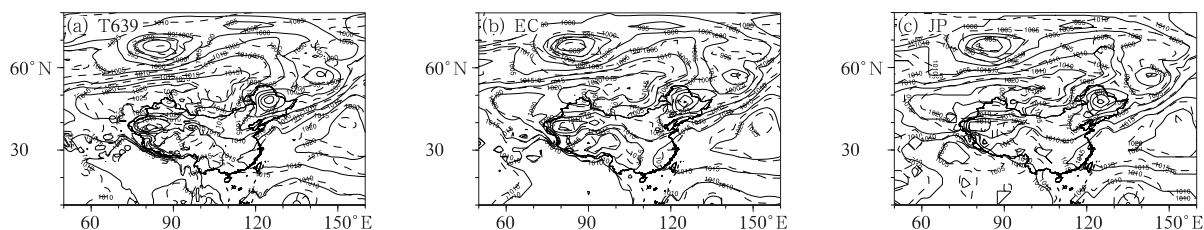


图6 2018年3月27日20时T639(a)、ECMWF(b)和JP(c)模式海平面气压场(单位:hPa)

零线(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 27 March 2018

后部冷高压位置较为一致,且强度也基本一致。对比三个模式的120 h预报可以看出,三个模式的预报场均与实况较为接近,但对于低压中心的强度预报偏弱,其中T639模式相较另外两个模式偏弱最为明显。对冷高压的位置和强度,三个模式均做出了较为准确的预报,其中JP模式对冷高压位置预报偏北,而T639模式则略偏西。综合来看,三个模式均能较为准确地预报出此次沙尘天气的主要影响天气系统,其中以ECMWF模式的预报效果更好。

5 结论和讨论

本文通过对2018年春季T639、ECMWF以及JP模式中期时段预报产品的检验,主要得到如下结论:

(1) 对2018年春季500 hPa西风指数的变化趋势,三个模式在120 h时效内均具有较好的预报能力,能较准确地反映出欧亚地区中高纬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对西风指数的变化趋势较其他两家模式与零场更为接近,其预报能力稳定优于T639和JP模式。

(2) 对于500 hPa位势高度场,T639和ECMWF模式120 h时效均能较好地反映出春季中高纬地区环流形势的变化。2018年春季副高偏弱,模式能够准确地预报出副高脊线的北抬和南落。T639模式和ECMWF模式对副高的预报均存在小幅偏差,预报能力基本相当。

(3) 对850 hPa温度的预报,2018年春季全国气温普遍偏高,三个模式对我国南方和北方的温度

转折性变化以及升温趋势均表现出了较好的预报能力,尤其是对初春强降温过程的时间和幅度做出了较好的预报。南方地区温度变化相对较小,模式对南方地区温度的预报误差幅度小于北方地区。各模式对中国南、北方温度的升降波动预报较为准确,ECMWF模式的表现优于其他两个模式。

(4) 对2018年3月27—29日北方地区沙尘天气过程,三个模式的120 h时效预报均较好地预报出了造成此次沙尘过程的地面天气系统。其中JP模式在位置上存在一定偏差,而T639模式则在强度上存在一定偏差,相较而言ECMWF模式预报结果最好。

致谢:感谢国家气象中心张天航,国家气候中心王遵娅为本文部分内容提供的数据支持。

参考文献

- 蔡蓁宁,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.
- 黄威,2013.2013年3—5月T639、ECMWF及日本模式中期预报性能检验[J].气象,39(8):1076-1082.
- 霍达,2017.2017年3—5月T639、ECMWF及日本模式中期预报性能检验[J].气象,43(8):1016-1021.
- 赖芬芬,2015.2015年3—5月T639、ECMWF及日本模式中期预报性能检验[J].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[J].气象,40(8):1019-1025.
- 王遵娅,等,2018.2018年春季气候异常及可能成因分析.气象(待发表).
- 张峰,2016.2016年3—5月T639、ECMWF及日本模式中期预报性能检验[J].气象,42(8):1020-1025.
- 朱乾根,林锦瑞,寿绍文,等,2007.天气学原理和方法(第四版)[M].北京:气象出版社,198-203.