

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.

2017 年 3—5 月 T639、ECMWF 及日本模式 中期预报性能检验*

霍 达

国家气象中心, 北京 100081

提 要: 文章对 2017 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: T639 模式和 ECMWF 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。T639 模式和 ECMWF 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 2017 年 5 月 3—7 日的沙尘天气过程进行个例分析, 发现 ECMWF 模式对此次过程的海平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: P459

文献标志码: A

DOI: 10.7519/j.issn.1000-0526.2017.08.012

Performance Verification of Medium-Range Forecasts by T639, ECMWF and Japan Models from March to May 2017

HUO Da

National Meteorological Centre, Beijing 100081

Abstract: The performance of medium-range forecasts is verified and compared for the T639, ECMWF and Japan models from March to May 2017. The results show that T639 and ECMWF models can predict the variation and adjustment of the atmospheric circulation over Asian middle and high latitude areas well. T639 and ECMWF models perform well in predicting the transition 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 one. Taking the sandstorm process seen in 3—7 May as a case, we see that ECMWF model is most effective in medium-range forecasting of the surface high pressure system which incurred the sandstorm weather process this time.

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

1 3—5 月天气概况

2017 年 3—5 月, 全国平均降水量 139.5 mm, 较常年同期(143.7 mm)略偏少 2.9%。降水呈西多东少、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, 其中东北东部及北部、内蒙古中西

部、新疆南部、青海大部、西藏西部等地偏多 2 成至 1 倍, 内蒙古的局部地区偏多 1 倍以上; 长江以南大部、黄淮大部降水偏少, 其中, 江南中部和东部、华南中部和北部、东南沿海地区、贵州西部、四川东部、西藏东部等地偏少 2~5 成, 部分地区偏少 5 成以上(国家气候中心, 2017a; 2017b; 2017c)。

3—5 月, 全国平均气温 11.2℃, 较常年同期

* 2017 年 6 月 27 日收稿; 2017 年 7 月 5 日收修定稿

第一作者: 霍达, 主要从事天气预报工作. Email: arsrrosicky7@qq.com

(10.4℃)偏高 0.8℃,为 1961 年以来历史同期第三高值,仅次于 2008 年春季(11.8℃)及 2016 年春季(11.6℃)。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 1~2℃,局部偏高 2~4℃,其中黑龙江西北部地区偏高 4~6℃。

3—5 月,我国华南地区率先进入前汛期(4 月 21 日),较常年(4 月 6 日)晚 15 d;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 6 次沙尘天气。

2 资料

本文选取 2017 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 和 JP 模式资料分辨率均为 $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ 。其中,JP 模式 3、4 月的 500 hPa 位势高度资料、850 hPa 温度资料缺失过多,对 JP 模式的检验产生了很大影响。

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(张峰,2016;赖芬芬,2015;刘为一,2014;黄威,2013;刘一,2012;蔡芎宁,2011)。图 1 给出的是 2017 年 3—5 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 模式次之,JP 模式预报效果略偏差,3 个模式的预报场和零场的相关系数均大于 0.8,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。

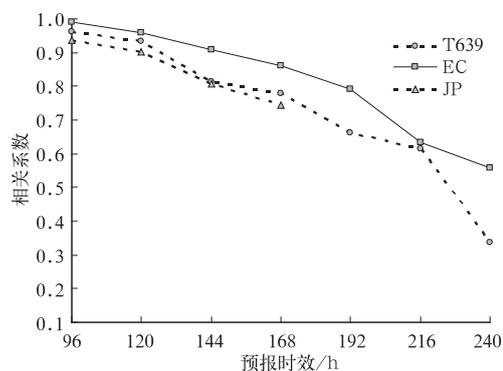


图 1 2017 年 3—5 月 T639、ECMWF 和 JP 模式对西风指数的预报与零场的相关系数随时效的变化
Fig. 1 Correlation coefficients of westerly index between 00 h and 96—240 h prediction fields by T639, ECMWF and Japan models from March to May 2017

图 2 给出的是根据 2017 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 5 日降低到 -45 dagpm ,对应 3 月 5—7 日影响全国的一次弱冷空气过程,其中东北地区东部、华北地区南部、黄淮中部、江淮东部等地降温幅度达 $4\sim 6^{\circ}\text{C}$,并伴有 4~6 级风;西风指数在 3 月 13 日前后和 4 月中旬各出现一次由高向低的调整,对应着 3 月中旬和 4 月上旬的两次冷空气过程;此外 5 月上旬,西风指数再次由高指数迅速下降了 135 dagpm ,对应 5 月 3 日前后的一次冷空气过程。此次冷空气过程给我国北方地区带来了大风降温、江南及以北地区出现了扬沙浮尘天气,内蒙古部分地区有沙尘暴,局地出现强沙尘暴。

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 T639 模式表现较好,JP 模式预报的回升时间较零场略偏晚;对 3 月 13 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 模式整体表现较好,JP 模式预报的下降幅度偏小;对 4 月中旬的指数调整过程,T639 模式预报的下降幅度较零场略偏小,ECMWF 模式整体表现较好,JP 模式预报的下降时间

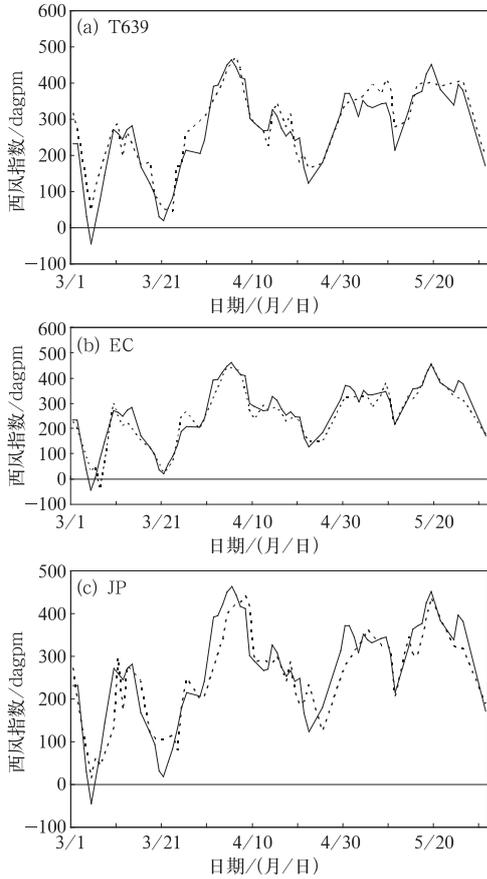


图 2 2017 年 3—5 月 T639(a)、ECMWF 模式(b)及 JP 模式(c)零场(实线)及其对应的 120 h 预报场(虚线)的西风指数逐日演变曲线
 Fig. 2 Daily evolution curves of westerly index between 00 h (solid line) and the corresponding 120 h (dashed line) forecasts calculated by T639 (a), ECMWF (b) and Japan (c) models from March to May 2017

均较零场略偏晚;对 5 月 3 日以后由高指数向低指数变化的过程,ECMWF 和 JP 模式预报的变化趋势均与零场较为一致,整体表现较好,T639 模式预报的指数下降时间较零场略偏晚、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,西风指数变化幅度和变化趋势的预报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。

3.2 500 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(以下简称副高)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 2017 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 3、4 月 500 hPa 位势高度资料缺失过多,检验意义不大,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分析结果大致相当。对中亚到新疆上空的高压脊,T639 与 ECMWF 模式预报强度都较零场略偏弱;T639 模式对东北地区的低槽 120 h

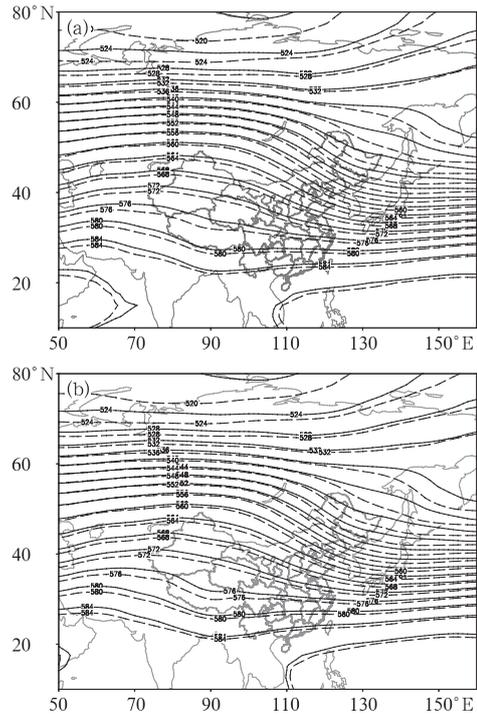


图 3 2017 年 3—5 月 T639 模式(a)和 ECMWF 模式(b)500 hPa 平均位势高度零场(实线)与对应的 120 h 时效预报场(虚线)(单位: dagpm)

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 2017 (unit: dagpm)

时效预报较零场略偏深,而对华东地区的低槽预报与零场较为吻合,反映出模式对东北地区大气环流经向度较零场偏大,对影响东北地区的偏北气流预报较零场偏强;相似的,ECMWF 模式 120 h 时效对东亚低槽的预报较零场偏深,大气经向度预报偏强。对西太平洋副高的位置和强度,T639 模式 120 h 时效预报与零场较为吻合,ECMWF 模式 120 h 时效预报较零场略偏弱。

再对比两个模式中南支槽的表现。春季南支槽活动较频繁,对于其预报,T639 模式 120 h 时效预报与零场较为一致,而 ECMWF 模式 120 h 时效预报则较其零场偏深。

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 30 日前后有一次较为明显的南落,ECMWF 模式表现较好,T639 模式预报脊线位置较零场偏北、南落时间也较零场偏晚;4 月下旬副高脊线再次南落到 10°N 左右,对这一阶段

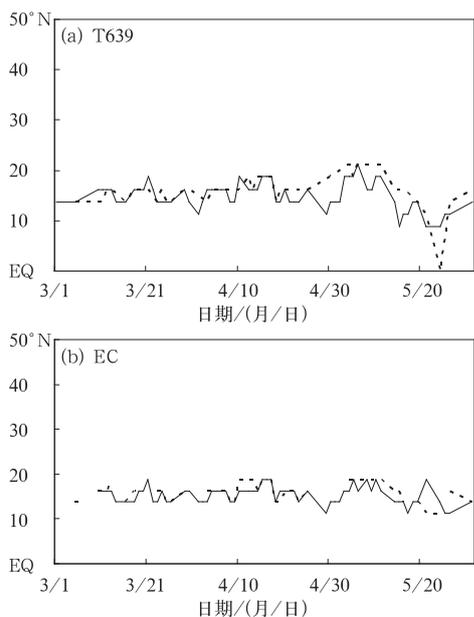


图 4 2017 年 3—5 月 T639 模式(a)和 ECMWF 模式(b)零场(实线)与对应的 120 h(虚线) 120°E 副高脊线位置随时间演变曲线

Fig. 4 Temporal evolution curves of 00 h (solid line) and the corresponding 120 h (dashed line) ridge line of subtropical high along 120°E calculated by T639 (a) and ECMWF (b) models from March to May 2017

副高脊线的变化,ECMWF 模式表现较好,T639 模式则未准确预报;5 月 6 日前后,副高脊线北抬至 20°N 以北,ECMWF 模式表现较好,T639 模式预报脊线位置北抬时间较零场略偏早;随后至 5 月 26 日前后,副高脊线再次大幅南落,EC 模式对这一阶段副高脊线南落幅度的预报均较零场偏北,T639 模式则偏南。

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)。以下将主要对比 2017 年 3—5 月 T639 和 ECMWF 模式 850 hPa 温度场及对应的 120 h 时效预报场。由于 JP 模式 3、4 月 850 hPa 温度资料缺失过多,因此未对其进行检验。

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 月中旬至 4 月中旬出现 3 次较大的升降波动,4 月下旬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 月下旬以后气温变化幅度相对缓和。2 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短暂回温,2 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 ECMWF 模式 120 h 预报均表现出不同程度的偏差。

2 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,2 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 模式表现略优于 T639 模式;对 4 月中旬南方地区气温迅速下降的过程,T639 和 ECMWF 模式预报时间较零场偏晚;对 4—5 月的温度变化情况,2 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,2 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略优于 T639 模式。

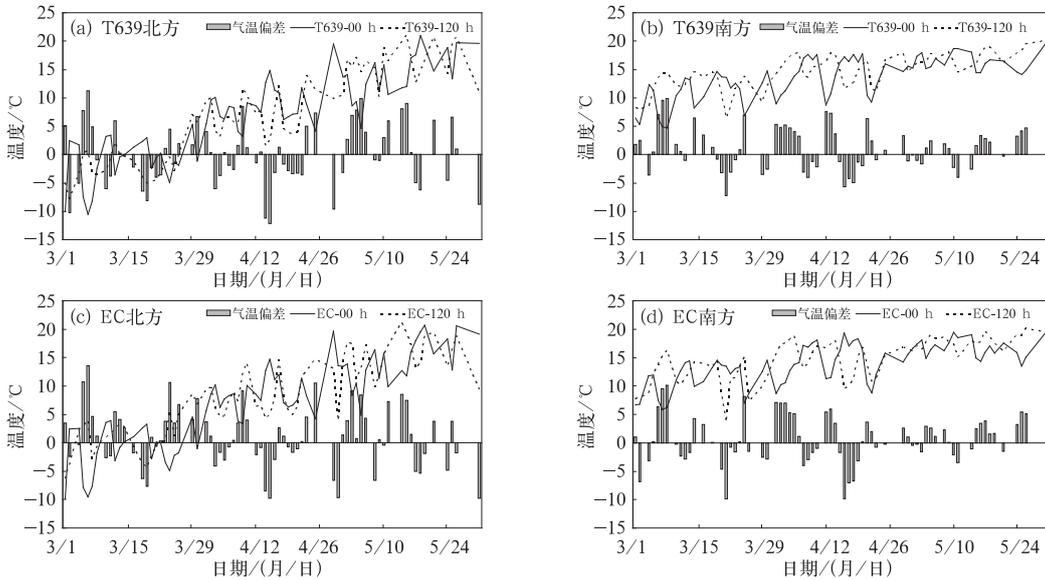


图 5 2017 年 3—5 月 T639 模式(a,b)和 ECMWF 模式(c,d)零场(实线)和对应的 120 h 预报场(虚线)850 hPa 温度随时间演变曲线及预报偏差(柱状) (a,c)北方,(b,d)南方

Fig. 5 Daily evolution curves of 00 h (solid line) and the corresponding 120 h (dashed line) temperature forecasts at 850 hPa and their bias (histogram) calculated by T639 (a, b) and ECMWF (c, d) models from March to May 2017 (a, c) Northern China, (b, d) 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。2017 年 3—5 月,我国共出现 6 次沙尘天气过程(5 次扬沙,1 次沙尘暴过程),较常年同期(17 次)明显偏少,比 2001—2016 年近 16 年同期平均(11.4 次)偏少 5.4 次,较 2016 年同期偏少 2 次(张峰, 2016)。其中,5 月 3—7 日,我国北方地区受冷空气和气旋共同影响,北方大部先后出现 4~6 级风,阵风达到 7 级;新疆北部、内蒙古中西部、甘肃、宁夏、陕西、华北西部等地有 4~8℃ 降温,局地降温幅度达 10~12℃,其中内蒙古东部和东北地区降温幅度达 12℃ 以上。新疆南疆盆地、甘肃中西部、宁夏、内蒙古、陕西北部、山西中北部、河北北部、北京、吉林西部、黑龙江西南部、山东、江苏、湖北、湖南北部等地出现扬沙浮尘天气,内蒙古部分地区有沙尘暴,局地出现强沙尘暴。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 5 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)。5 月 3 日 20 时,东北气旋位于我国东北地区西北部,中心气压 991 hPa,冷锋位于内蒙古东北部至河套一带,锋后冷高压强度达到 1034 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 7~8 级。从图 6 可见 3 个模式零场东北气旋和冷锋后部冷高压的位置较为一致,从内蒙古东北部至河套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,T639 模式和 ECMWF 模式对锋后冷高压的位置与各自零场相比均较为接近,但强度预报均明显偏弱,JP 模式对锋后冷高压的位置预报与零场相比明显偏西且强度明显偏弱;对位于我国东北地区西北部的低压中心,T639 模式的 120 h 预报较零场明显偏东,中心气压较零场偏高,ECMWF 模式的 120 h 预报较零场位置偏北,中心气压较零场偏低,JP 模式 120 h 较零场位置偏西南,中心气压较零场偏高。综合来看,ECMWF 模式对造成本次沙尘的影响天气系统,预报效果较好。

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,蔡芃宁(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。

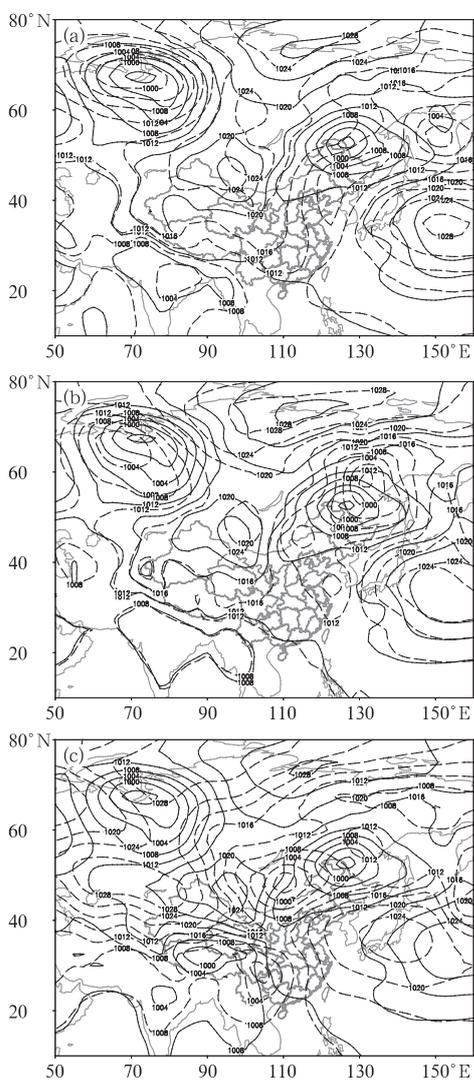


图 6 2017 年 5 月 3 日 20 时 T639 模式(a)、ECMWF 模式(b)和 JP 模式(c)海平面气压场零场(实线)及 120 h 预报场(虚线)
Fig. 6 The sea level pressure initial field (solid line) and 120 h forecasts (dashed line) calculated by T639 (a), ECMWF (b) and Japan (c) models at 20:00 BT 3 May 2017

4 结论

本文通过对 T639、ECMWF 及 JP 模式中时段预报产品的检验,主要得出以下几点结论。

(1) 对 2017 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,T639 和 ECMWF 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,两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略优于 T639 模式。

(4) 对 2017 年 5 月 3—7 日影响北方地区的沙尘天气过程,ECMWF 模式 120 h 时效预报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 T639 和 JP 模式,但强度和位置上存在一些偏差。

参考文献

- 蔡芩宁,2011. 2011 年 3—5 月 T639、ECMWF 及日本模式中期预报性能检验[J]. 气象,37(8):1026-1030.
- 国家气候中心,2017a. 2017 年 3 月气候特征及异常成因简析[R].
- 国家气候中心,2017b. 2017 年 4 月气候特征及异常成因简析[R].
- 国家气候中心,2017c. 2017 年 5 月气候特征及异常成因简析[R].
- 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.
- 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.
- 刘一,2012. 2012 年 3—5 月 T639、ECMWF 及日本模式中期预报性能检验[J]. 气象,38(8):1017-1022.
- 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 4 版[M]. 北京:气象出版社:146-151.