

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.

2014 年 3—5 月 T639、ECMWF 及 日本模式中期预报性能检验^{*1}

刘为一

国家气象中心, 北京 100081

提 要: 为了更好地应用 T639 模式中期预报产品, 对 2014 年 3—5 月 T639 模式中期预报时效产品进行了天气学检验, 并与 ECMWF(简称 EC)和日本模式(简称 JP)进行了对比分析。结果表明: 3 家模式均对亚洲中高纬大气环流形势的调整和演变具有较好的预报性能, 并且可以较好地预报出南支槽东移演变的过程; 对于 850 hPa 温度场, ECMWF 模式的预报效果要明显优于 T639 和日本模式; 另外, 选取了 2014 年 4 月 22—24 日的强沙尘暴过程进行个例分析, 发现 ECMWF 模式对此次过程的地面高压系统的中期预报指示意义最好。

关键词: T639 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. 2014. 08. 013

Performance Verification of the Medium-Range Forecasts for T639, ECMWF and Japan Models from March to May 2014

LIU Weiyi

National Meteorological Centre, Beijing 100081

Abstract: In order to improve the ability to use the products of T639, a synoptic verification on its medium-range forecasts in spring 2014 is made in comparison with the NWP of ECMWF and Japan models. The results show that all the three models have good performances on the aspect of predicting the larger-scale circulation evolution and adjustment in Asian middle and high latitude areas and the evolution of southern branch trough. For the prediction of temperature at 850 hPa, ECMWF shows a better performance than the other two models. Taking the sandstorm process during the period of April 22—24, 2014 as a case, it is found that ECMWF is more effective than the other two models in medium-range forecasts of strong surface wind causing the sandstorm weather process.

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

1 3—5 月天气概况

2014 年春季, 全国平均降水量为 146.1 mm, 较常年同期(143.7 mm)偏多 1.7%。从空间分布上看, 内蒙古中东部部分地区、东北中北部、山西西部、陕西中部、华南中南部和东部局部以及西南地区东

部局部等地降水较常年同期偏多 2 成至 1 倍, 局部偏多 1 倍以上; 西北地区中西部、内蒙古西部、辽宁大部、山东北部、西藏西北部和东南部、西南地区北部和南部等地降水较常年同期偏少 2~8 成, 其中新疆西部和云南省北部局部地区偏少 8 成以上。

季内, 全国平均气温为 11.4℃, 较常年同期(10.4℃)偏高 1.0℃, 与 2013 年春季并列为 1961

^{*} 2014 年 6 月 23 日收稿; 2014 年 7 月 2 日收修定稿
作者: 刘为一, 主要从事中期天气预报工作. Email: v16v1@hotmail.com

年以来历史同期第二高值,仅次于 2008 年同期。从空间分布上看,内蒙古大部、东北大部、华北、黄淮、江淮大部、江南中部和东北部、西南地区南部等地气温偏高 $1\sim 2^{\circ}\text{C}$;局部 2°C 以上,仅新疆中部局部地区气温较常年同期偏低 $1\sim 2^{\circ}\text{C}$ 。

季内,我国主要出现了极端高温、极端日降温和极端日降水量事件。华北、黄淮、西南地区南部和广西西部等地共有 160 站发生极端高温事件,其中 35 站日最高气温突破历史极值。同时,全国共有 39 站发生极端日降温事件,主要分布于新疆、甘肃、内蒙古、黑龙江、河北、江苏和山东等省(区),其中 5 站日降温幅度突破历史极值。此外,全国有 14 站达到极端日降水量事件标准,主要分布于广东、广西、福建、湖南和贵州五省(区),其中 2 站日降水量突破历史极值。

2 资 料

本文选取 2014 年 3—5 月 T639、ECMWF 及日本模式 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 高度场和风场、850 hPa 温度场以及海平面气压场。T639 模式资料的分辨率为 $1.125^{\circ}\times 1.125^{\circ}$ 经纬网格,ECMWF 模式和日本模式资料分辨率均为 $2.5^{\circ}\times 2.5^{\circ}$ 经纬网格。

3 3 个模式的中期预报性能检验

3.1 亚洲地区中高纬环流形势的预报检验

西风指数是反映中高纬大尺度环流形势演变和调整的重要指标,是中期预报最为常用的工具之一(康志明,2009)。图 1 是根据 2014 年 3—5 月 T639、ECMWF 及日本模式高度场零场及 144 h 预报计算得到的亚洲中高纬西风指数逐日演变曲线。

从 3 家模式的分析来看,3—5 月西风指数处于多波动状态,其中 3 次比较明显的波动对应着 3 次较强的冷空气过程。3 月中旬西风指数的明显下降对应着 17—21 日的冷空气过程,中东部地区自北向南出现了 $6\sim 8^{\circ}\text{C}$ 、局地可达 10°C 以上的降温,并在 19 日给重庆、贵州和江西等地带来较强降水。4 月初西风指数的下降对应着 4 月 2—4 日强冷空气过

程,给北方大部地区带来 6°C 以上降温,其中内蒙古中部,华北北部、辽宁、吉林大部降温达 10°C 以上。5 月上旬西风指数再次下降对应 5 月 1—4 日东部地区大范围降温过程,其中 3、4 日给江南、华南和西南地区东部带来明显的降水过程,局地出现大到暴雨。从 144 h 预报结果来看,3 家模式均能较好地反映出西风指数的波动情况,但对每次波动的幅度预报都略有偏差,T639 对上述 3 次西风指数下降幅度预报较零场偏小,ECMWF 模式对第二次西风指数下降幅度预报偏小,而日本模式对第一和第三次西风指数下降幅度预报偏小,而对第二次下降幅度预报偏大。3 家模式相比 ECMWF 模式的预报结果更接近零场。

综合各时效预报效果分析,如图 2 所示,时效越长预报效果越差,在 3 个时效预报中 ECMWF 模式预报的西风指数与零场的相关系数均高于其他 2 家模式,96 h 预报 T639 模式预报效果最差,而 144 h 预报日本模式预报效果最差。但是 3 家模式 144 h 对西风指数的变化趋势预报效果均较好,反映了它们对亚洲中高纬度大尺度环流调整过程均有一定的预报能力。总体上,ECMWF 模式对西风指数的预

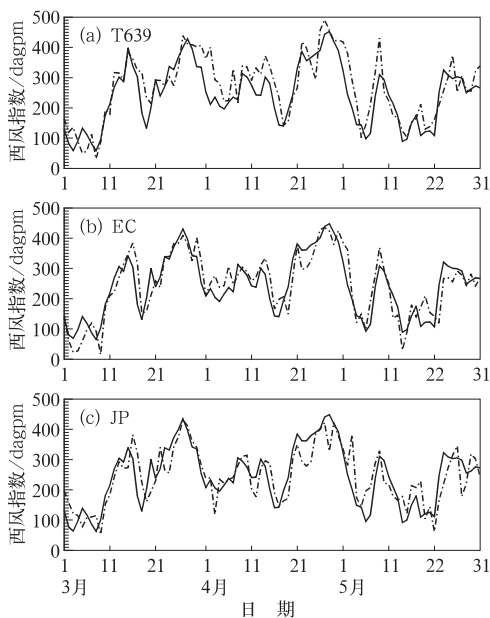


图 1 2014 年 3—5 月 T639(a)、ECMWF(b)及日本模式(c)零场(实线)和对应的 144 h 预报场(虚线)西风指数逐日演变曲线

Fig. 1 The daily evolution curves of 00 h (solid line) and 144 h (dashed line) westerly-index derived by T639 (a), ECMWF (b) and Japan (c) models from March to May 2014

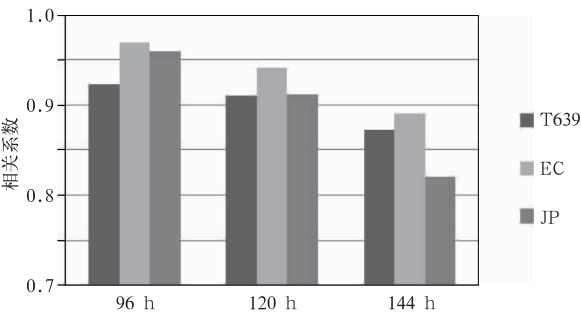


图 2 2014 年 3—5 月 ECMWF、日本及 T639 模式零场与 96~144 h 预报西风指数的相关系数

Fig.2 Correlation coefficients of westerly-index between 00 h and 96—144 h prediction fields by ECMWF, Japan and T639 models from March to May 2014

报效果要好于日本和 T639 模式。

3.2 对 500 hPa 环流形势场的预报检验

在我国天气分析中,通常利用 500 hPa 等高线来分析对流层中层的形势变化。中期数值预报模式对 500 hPa 环流形势及西北太平洋副热带高压(简称副高)的预报能力是衡量该模式预报性能好坏的重要标志之一。以下将主要对比分析 2014 年 3—5 月 T639、ECMWF 及日本模式 500 hPa 平均位势高度零场及对应的 144 h 时效预报场。

如图 3 所示,对于 500 hPa 平均位势高度场,3 家模式的零场在中高纬度地区非常相似,表明上述 3 个模式的同化技术对东亚地区资料处理的能力大致相当。3 家模式的 144 h 时效预报场在中高纬地区都与各自零场吻合较好,可信度较高,在低纬地区,日本模式的预报场与零场间的偏差最小,ECMWF 模式次之,T639 模式的预报场与零场间有明显偏差。

再对比一下上述 3 个模式对南支槽的预报表现。南支槽是冬半年副热带南支西风气流在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(黄威,2013)。2014 年 3 月南支槽强度较常年明显偏强,南支槽活动较为频繁,因此我国南方 3 月多阴雨天气,大部地区降雨日数在 5 d 以上,其中江南、华南及贵州、重庆、四川东部等地普遍有 10~20 d,部分地区超过 20 d;与常年同期

相比,华南中西部及贵州大部、湖南中部和南部、江西大部、四川东部等地降水日数普遍偏多。其中江南大部及广东大部、广西东北部、重庆西部等地降水量达 100~200 mm,部分地区超过 200 mm。因此本文重点检验 3 月各模式对南支槽的预报效果。这里选取 75°~110°E 范围内 25°N 500 hPa 高度场来表征南支槽活动情况,并选取 120 h 预报场进行检验。由图 4 可见,2014 年初春,南支槽存在 4 次明显的东移过程,其中 3 月下旬的这次南支槽东移影

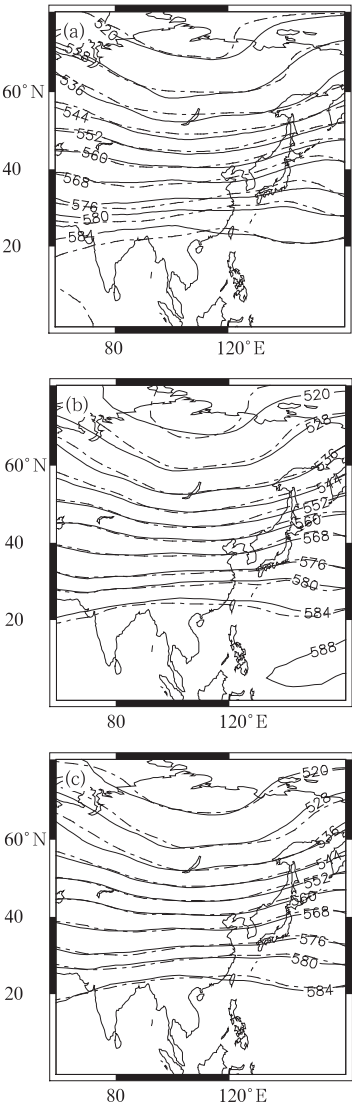


图 3 2014 年 3—5 月 T639(a)、ECMWF(b) 及日本模式(c)500 hPa 平均位势高度零场(实线)和对应的 144 h 预报场(虚线)(单位: dagpm)
Fig.3 The 00 h (solid line) and 144 h (dashed line) average 500 hPa geopotential height fields obtained from T639 (a), ECMWF (b) and Japan (c) models from March to May 2014 (unit: dagpm)

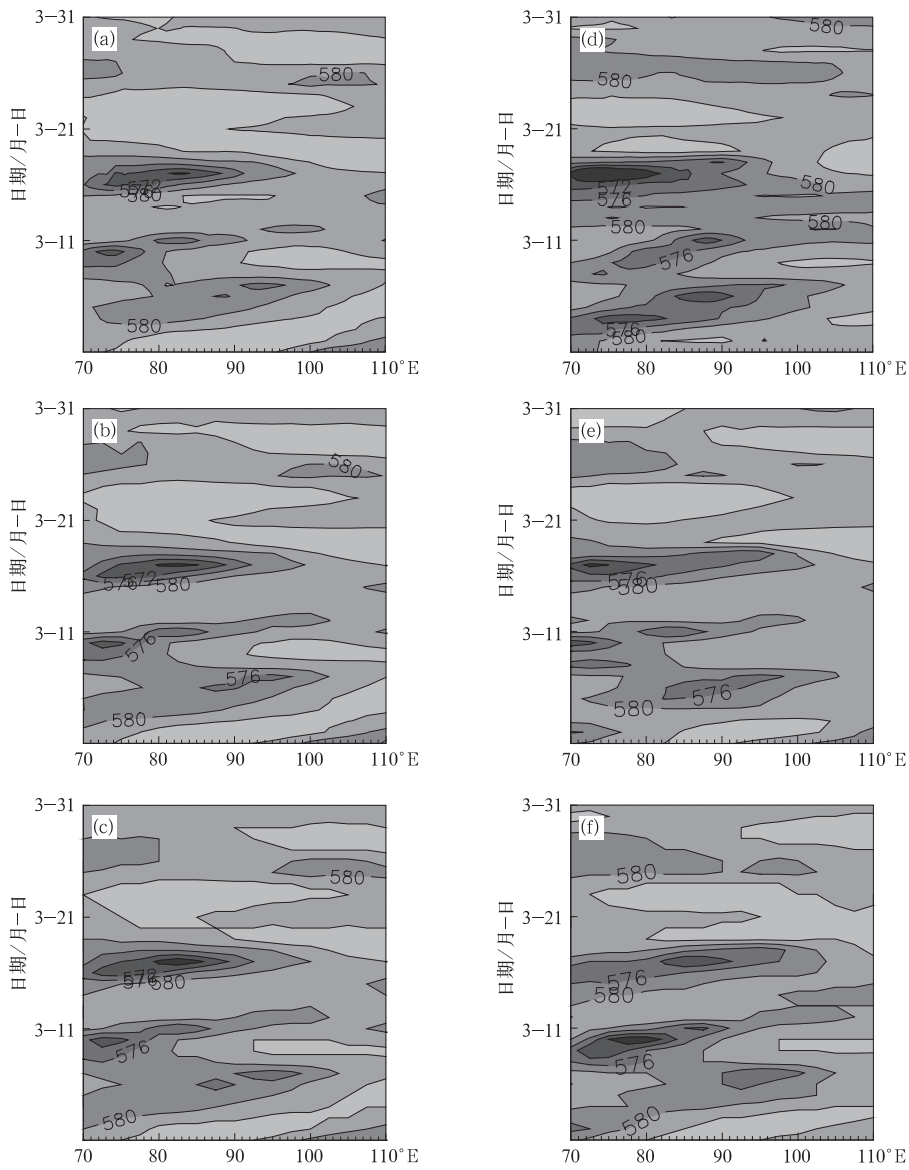


图 4 2014 年 3 月 T639(a,d)、ECMWF(b,e)及日本模式(c,f)零场沿 25°N 的 500 hPa 高度零场(a,b,c)和对应的 120 h 预报场(d,e,f)的时间-经度演变图

Fig. 4 The time-longitude cross sections of initial (a,b,c) and 120 h forecasting (d,e,f) fields of 500 hPa geopotential height along 25°N for T639 (a,d), ECMWF (b,e) and Japan (c,f) models in March 2014

响最大,给广西中北部、广东大部、贵州南部、湖南南部、江西南部带来大到暴雨天气,其中广东中部出现大暴雨天气。从预报结果来看,各模式对南支槽的发展和东移均有较稳定的预报,都准确地预报出了南支槽 4 次东移的时间。其中 T639 模式预报的强度偏强,ECMWF 预报的第三次南支槽过程强度偏弱,中心位置偏西,日本模式预报的第三次南支槽过程强度偏弱,中心位置偏东。总体上对该时期的南支槽的预报 3 家模式都把握较好。

3.3 850 hPa 温度趋势预报检验

850 hPa 温度变化通常被用来表征天气冷暖变化趋势,对于地面气温预报具有较好的指示意义(蔡芎宁,2013)。对 3 家模式 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(40°N、117.5°E)和(25°N、115°E)两个格点分别代表北方和南方地区,用于检验 3 家模式对 850 hPa 温度变化趋势的中期预报能力(图 5)。

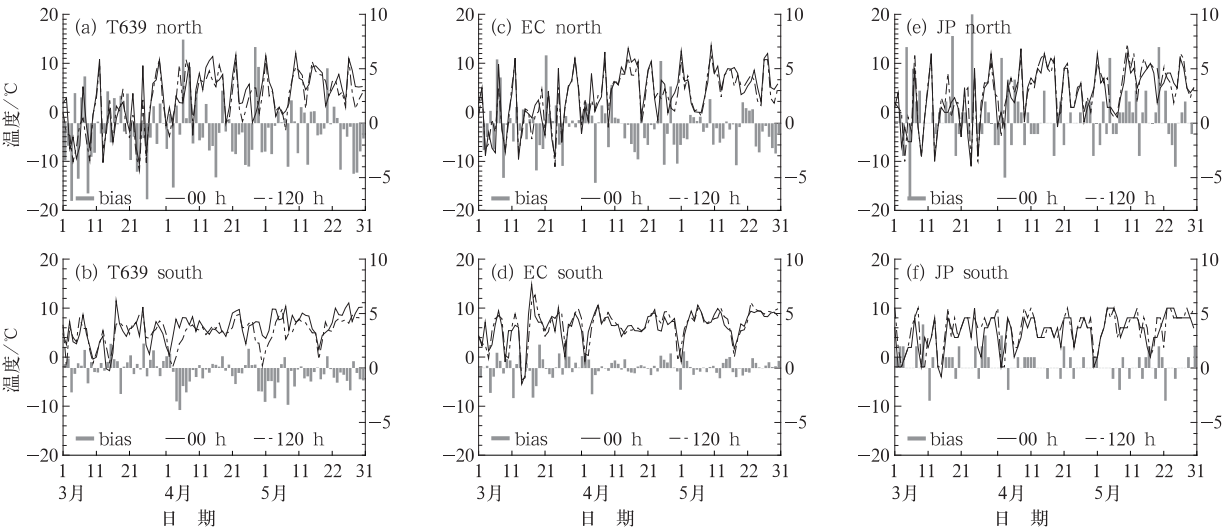


图 5 2014 年 3—5 月 T639(a,b)、ECMWF(c,d)及日本模式(e,f)零场(实线)和对应的 120 h 预报场(虚线)850 hPa 温度逐日演变曲线及预报偏差(柱状)

(a,c,e)为北方, (b,d,f)为南方

Fig. 5 Daily evolution curves 00 h (solid line) and corresponding 120 h (dashed line) predicted temperature at 850 hPa and their bias (histogram) made by T639 (a,b), ECMWF (c,d) and Japan (e,f) models from March to May 2014

(a,c,e) northern China, (b,d,f) southern China

从 3 家模式 850 hPa 温度逐日演变图中可以看出,各模式的 850 hPa 温度变化均呈多波动逐渐上升的趋势,120 h 预报都较好地预报出温度的变化趋势。总体来看 3 家模式对南方 850 hPa 温度变化趋势的预报效果要明显优于北方,其中 T639 模式对北方和南方的几次降温过程降温幅度均较零场偏大,日本模式对南方的几次降温过程降温幅度较零场略偏大,ECMWF 模式对几次明显降温幅度的预报与零场较为一致。

5 月下旬后半段,华北黄淮连续几天出现了大范围 35℃局地 40℃的高温天气,高温范围逐渐扩大强度逐渐加强,到 5 月 29 日,京津地区及河北南部出现了成片的 40℃以上的高温区。本文以 T639、ECMWF 及日本模式 5 月 29 日 20 时的 850 hPa 温度场零场和对应的 120 h 预报场进行分析,以检验 3 家模式对此次高温天气的预报能力。如图 6 所示,从 3 家模式的零场可以看出在蒙古国、内蒙古中部存在一个明显的温度脊,3 家模式对该温度脊的预报较零场明显偏弱,其中 ECMWF 模式与零场的偏差最小,对 4、8 和 12℃线 T639 模式预报的位置较零场位置偏南而日本模式较零场偏北。为了进一步定量地评估各模式对此次高温天气的预报效果,选取了距北京、济南、郑州及合肥最近的 4 个格点其经

纬度如表 1 所示,分别计算了在 3 家模式在这 4 个格点上 120 h 预报场与零场之间的偏差。从表 1 中也可以看出 ECMWF 和 T639 模式预报较零场明显偏弱而日本模式预报较零场偏强,其中 ECMWF 模式与零场偏差最小,除了 40°N、115°E 格点预报偏差较大之外,其格点的偏差都在 1℃以内,T639 模式的偏差最大,最小的偏差也有 2.6℃。对该时次的预报,ECMWF 模式效果最佳。

表 1 2014 年 5 月 29 日 T639、ECMWF 及日本模式 850 hPa 温度场 120 h 时效预报场和对应的零场间的偏差

Table 1 The bias between 00 h and 120 h temperature fields at 850 hPa obtained from T639, ECMWF and Japan models on 29 May 2014 (unit: °C)

	40°N、 115°E	37.5°N、 117.5°E	35°N、 112.5°E	32.5°N、 117.5°E
T639	−4.55	−6.50	−2.96	−2.60
ECMWF	−5.28	0.68	−0.34	−0.98
日本模式	4	2	−1	−2

综合来看,3 家模式基本都能反映出气温的转折性变化趋势。比较而言,ECMWF 模式对 850 hPa 的预报效果最好。

3.4 沙尘天气的预报能力检验

沙尘天气是春季天气预报重点关注的对象。2014 年 3—5 月我国共出现 7 次沙尘天气过程(4 次扬沙、2 次沙尘暴和 1 次强沙尘暴过程),较常年同期(17 次)明显偏少,比 2001—2010 年近 10 年同期平均(12.7 次)偏少 5.7 次。其中沙尘暴和强沙尘暴过程有 3 次,较 2001—2010 年同期平均次数(8 次)偏少 5 次。其中,4 月 22—24 日,我国西北地区

遭遇强降温、大风沙尘天气。新疆中北部、甘肃大部、宁夏、内蒙古中西部及东部部分地区、陕西西部及北部等地过程最大降温普遍有 8℃ 以上,其中新疆北部及东部部分地区、内蒙古西部部分地区达到 12~14℃,局地超过 14℃;伴随着降温和大风,新疆北部、甘肃中西部、内蒙古西部等地出现了 5~7 级风,局部达 10~12 级;新疆、甘肃中西部、内蒙古西部、青海北部、宁夏北部出现沙尘天气,新疆、甘肃西部局地出现强沙尘暴。这次天气过程使新疆、甘肃

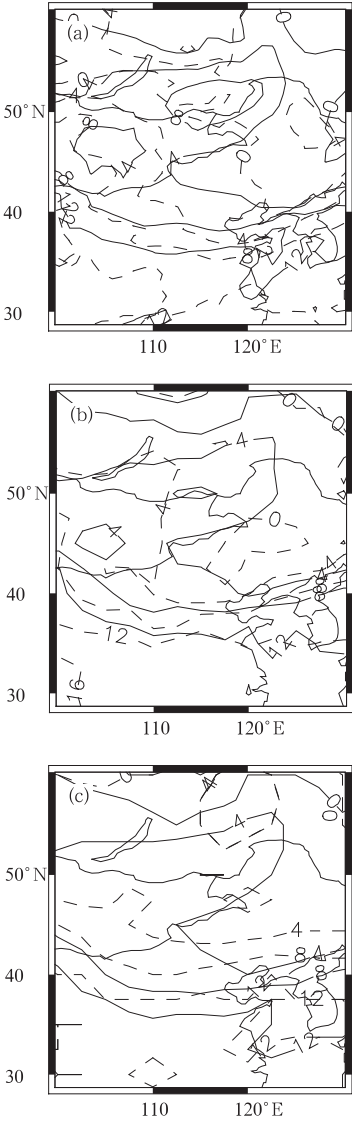


图 6 2014 年 5 月 29 日 T639(a)、ECMWF(b) 及日本模式(c)850 hPa 温度场零场(实线)和对应的 120 h 时效预报场(虚线)(单位:℃)
Fig. 6 The 00 h (solid line) and 120 h (dashed line) temperature fields at 850 hPa obtained from T639 (a), ECMWF (b) and Japan (c) models on 29 May 2014 (unit: °C)

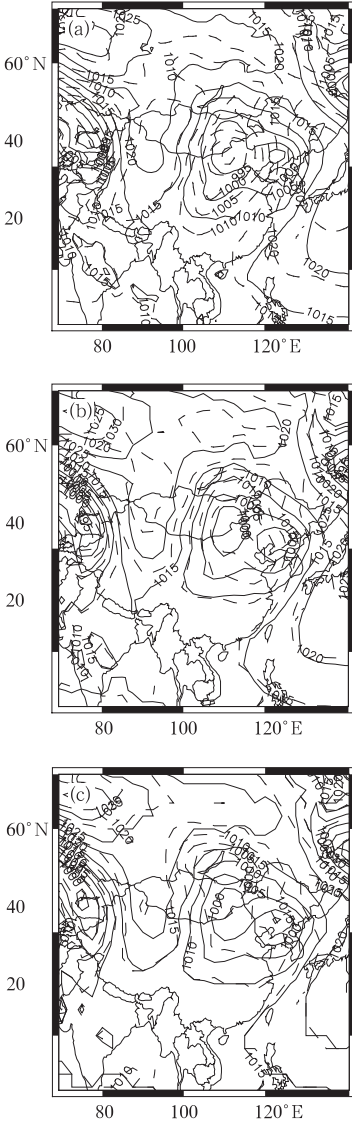


图 7 2014 年 4 月 23 日 T639(a)、ECMWF(b) 及日本模式(c)海平面气压实况分析(实线)和对应的 120 h 时效预报场(虚线)(单位:hPa)
Fig. 7 The 00 h (solid line) and 120 h (dashed line) sea level pressure distributions obtained from T639 (a), ECMWF (b) and Japan (c) models on 23 April 2014 (unit: hPa)

和宁夏等地 65.8 万人受灾,农作物受灾面积 22.9 万 hm^2 ,直接经济损失达 12.68 亿元。下面就以其为例比较分析 3 种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高压和冷锋。本文以 T639、ECMWF 及日本模式 4 月 23 日 20 时的海平面气压零场和对应的 120 h 预报场进行检验分析 4 月 23 日 20 时,蒙古气旋位于蒙古国西部,中心气压 995 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 1033 hPa。锋区附近存在较大的气压梯度,冷锋后部出现地面强风,从而引发了此次强沙尘暴天气过程。从图 7 中可见 3 家模式的零场中自蒙古中部至甘肃北部一带存在较大的气压梯度,且冷锋后部冷高压中心位置较为一致,表明模式对冷空气和造成强风的地面气压梯度表征较为准确。对比 3 家模式 120 h 预报可看出,3 家模式对于冷高压和蒙古气旋中心位置和强度的预报与各自零场相比较为接近,略有偏差,但是能够反映出上述地区将出现沙尘天气。其中 T639 模式预报的蒙古气旋中心气压 988.9 hPa 较零场偏低 6.1 hPa,冷锋后冷高压中心强度为 1025.8 hPa 较零场偏低 7.2 hPa,日本模式预报的蒙古气旋中心气压较零场偏高 2.0 hPa 并且位置偏北,ECMWF 模式预报的冷高压中心强度 1030 hPa 以及蒙古气旋中心气压 995.2 hPa 都与零场最为接近,因此对于此次强沙尘暴天气的预报效果最好。

值得注意的是,沙尘天气个例不同,各模式预报性能差异较大,蔡芎宁(2010)的分析结果也表明各家模式对沙尘天气的预报各有优劣。

4 结 论

(1) 3 家模式对 2014 年 3—5 月 144 h 500 hPa 西风指数的变化趋势预报和零场较为一致,能较准确地反映亚洲中高纬地区大尺度环流的调整和演

变,对转折性、灾害性等重大天气过程均具有较强预报能力,相比而言 ECMWF 模式对西风指数的转折过程和变化幅度预报效果要明显好于其他两个模式。

(2) 对于 500 hPa 位势高度场,3 家模式的 144 h 预报场均能较好地反映出中高纬地区的环流形势变化,可信度较高,在低纬地区,日本模式的预报场与零场间的偏差最小,ECMWF 模式次之,T639 模式的预报场与零场间有明显偏差。对于南支槽的预报,3 家模式对 2014 年初春南支槽发展和东移均有较稳定的预报,均准确地预报出了南支槽 4 次东移的时间段。相比而言,ECMWF 模式对南支槽的位置和强度的预报效果要好于其他两家模式。

(3) 对于 850 hPa 温度的预报,3 种模式基本能反映出温度的转折性变化趋势。相比较而言,ECMWF 的 120 h 预报与分析场的偏差最小,日本模式次之,T639 偏差略大于前两个模式。3 家模式对南方 850 hPa 温度变化趋势的预报效果要明显优于北方。

(4) 对于 2014 年 4 月 22—24 日的沙尘天气过程,3 家模式的预报能力相当,120 h 时效预报都较好地预报出了影响冷空气的地面系统的强度和位置。相比之下,ECMWF 模式对此次沙尘天气的预报具有更准确的预报能力。

参考文献

- 蔡芎宁. 2010. 2010 年 3—5 月 T639、ECMWF 及日本模式中期预报性能检验. 气象, 36(8): 106-110.
- 蔡芎宁. 2013. 2012 年 9—11 月 T639、ECMWF 及日本模式中期预报性能检验. 气象, 39(2): 253-258.
- 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.
- 康志明. 2009. 2009 年 6—8 月 T639、ECMWF 及日本模式中期预报性能检验. 气象, 36(8): 106-110.