

黄威, 2013. 2013 年 3 至 5 月 T639、ECMWF 及日本模式中后期预报性能检验. 气象, 39(8):1076-1082.

2013 年 3—5 月 T639、ECMWF 及 日本模式中后期预报性能检验^{*}

黄 威

国家气象中心, 北京 100081

提 要: 为了更好地应用 T639 模式中后期预报产品, 对 2013 年 3—5 月 T639 模式中后期预报时效产品进行了天气学检验, 并与 ECMWF、日本模式进行了对比分析。结果表明: 三家模式均对亚洲环流形势的调整和演变具有较好的预报性能。综合看来, ECMWF 模式对主要系统及气象要素的预报最接近实况; 日本模式和 T639 模式次之。另外, 选取了 2013 年 3 月 8—9 日的沙尘天气过程进行检验, 发现 ECMWF 模式对于引发此次沙尘天气的地面高压系统中后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.1000-0526.2013.08.015

Performance Verification of Medium-Range Forecasting for T639, ECMWF and Japan Models from March to May 2013

HUANG Wei

National Meteorological Centre, Beijing 100081

Abstract: In order to improve the ability to apply the products of T639, a synoptic verification on its medium-range forecasting in Spring 2013 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 large-scale circulation evolution and adjustment in Asian. As a whole, the ECMWF model is better in forecasting most weather systems compared with the T639 and Japan models. Taking the sandstorm process during 8—9 March 2013 as a case, it is found that the ECMWF model is more effective than the other two models in medium-range forecasting of the surface high pressure system that causes the sand and dust weather process this time.

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

1 3—5 月天气概况

2013 年 3—5 月, 全国平均降水量为 154.8 mm, 较常年同期略偏多。其中, 3—4 月较常年同期偏少, 5 月较常年同期偏多。与常年同期相比, 在内蒙古中西部、华北等地的部分地区降水持续偏少, 内蒙古东部、贵州南部、华南中部等地的部分地区降水

持续偏多, 而在东北地区南部降水逐渐由偏多转为偏少, 新疆北部和东北地区北部先后出现偏少—偏多—偏少的特征, 我国其余大部地区是一个逐渐由偏少转为偏多的趋势, 其中在南疆西部经青藏高原中北部再经川陕延至黄淮江淮一带尤为明显。

3—5 月, 全国平均气温较常年同期略偏高。其中, 3 月较常年同期偏高 2.2℃, 为 1961 年以来历史同期第 2 高值, 主要特征为除东北地区、内蒙古东

* 2013 年 6 月 27 日收稿; 2013 年 7 月 12 日收修定稿

作者: 黄威, 主要从事中期天气预报. Email: hw_bsn@163.com

部、西藏西南部部分地区明显偏低外,全国其余大部地区均偏高 2~4℃,部分地区偏高 4~6℃,北疆北部偏高甚至达 6℃以上。4 月与常年同期持平,特征为西高东低;5 月较常年同期略偏高,表现为与 4 月相反的东高西低特征。

3—5 月,我国南方地区强对流频繁,后期暴雨频发,造成多地遭受风雹袭击以及发生洪涝灾害;北方共出现 6 次沙尘天气;此外,3 月雾霾天气为 1961 年以来同期最多;华北北部等地干旱持续。

2 资 料

本文选取 2013 年 3—5 月 T639、ECMWF 及日本模式 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各模式的 500 hPa 高度场、850 hPa 温度场以及海平面气压场。T639 模式、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 三家模式的中期预报性能检验

3.1 亚洲地区中高纬度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,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预报性能(康志明,2009)。图 1 给出了三家模式对西风指数不同预报场与零场的相关系数,其中 ECMWF 模式预报效果最好,在 168 h 时效内,相关系数维持在 0.8 以上,96 h 时效相关系数可达 0.97,日本模式

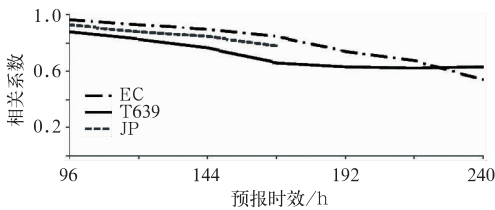


图 1 2013 年 3—5 月三家模式对西风指数的预报与零场的相关系数随预报时效的变化

Fig. 1 Correlation coefficient between initial westerly index and forecasting fields for the three models from March to May 2013

96~168 h 时效也基本维持在 0.8~0.9 附近,T639 模式预报效果较差,120 h 时效内维持在 0.8 以上,其余时刻均低于 0.8,但 168 h 时效后,T639 模式预报效果趋于稳定,而此时 ECMWF 模式预报效果持续下降,在 240 h 时效 T639 模式相关系数反而高于 ECMWF 模式。

为进一步检验模式对西风指数的中期预报性能,图 2 给出 2013 年 3—5 月 T639、ECMWF 及日本模式对西风指数 168 h 预报和零场逐日演变曲线对比。

3—5 月西风指数演变呈现多波动状态,说明亚洲中高纬度环流形势不断调整,冷空气活动频繁。其中,3 月西风指数总体趋势逐渐下行,3 月中旬后期西风指数由偏高转为偏低,累积降幅超过 200 dagpm,对应着一次强冷空气过程,其余时段降幅相对较小,说明不断有冷空气持续影响我国,但大部分时段冷空气势力不强,造成 3 月全国气温偏高。4 月上中旬,西风指数出现两次较大幅度下降过程,指数下降 200 dagpm 左右,分别对应着一次中等强度冷空气过程和一次寒潮过程。5 月西风指数在 200 dagpm

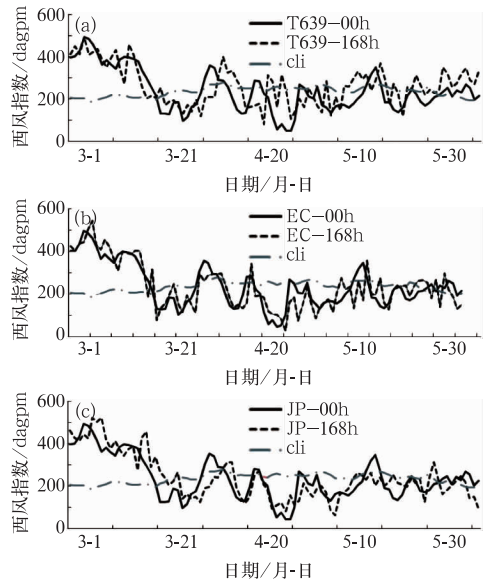


图 2 2013 年 3—5 月 T639(a)、ECMWF(b)及日本模式(c)零场(实线)和对应的 168 h 预报场(虚线)以及气候平均值(点划线)西风指数逐日演变曲线

Fig. 2 The daily evolution curves of 00 h (solid line), 168 h (dashed line) and climatic mean (dash-dotted line) westerly-index derived by T639 (a), ECMWF (b) and Japan (c) models from March to May 2013

左右振荡,冷空气活动较弱。

综合来看,三家模式 168 h 预报都能较好地预报出西风指数的多波动状态以及几次明显的下降过程,但是在时间或强度上存在一些偏差。其中 T639 模式对 3 月西风指数的强度及中旬后期转折性过程的趋势和降幅预报较好,但对极值的预报较零场提前约 1~2 d,而到 4 月,存在预报滞后 2~3 d 的误差,尤其在 4 月上中旬的两次指数大幅降低过程中表现明显,5 月模式的主要误差体现在预报场指数较零场偏高;日本模式在 3 月到 4 月上旬时段,存在滞后 1~2 d 的误差,此外对 5 月中后期指数的小幅波动预报效果较差;ECMWF 模式预报场与零场基本一致,没有明显系统性误差,对于 3 月中旬后期的转折性过程和 4 月上中旬的两次下降过程预报均较好。

相比较而言,对于西风指数,无论在转折性过程或是小幅波动,ECMWF 模式 168 h 预报较其余两家模式有明显优势。

3.2 500 hPa 环流形势的预报检验

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。中期数值预报模式对 500 hPa 环流形势的预报能力是衡量该模式预报性能好坏的重要标志之一(刘一,2012)和(蔡芩宁,2011)。图 3 采用相似离度方法对三家模式 500 hPa 位势高度 168 h 预报场与零场的相似度进行分析,相似离度既能分析样本之间的形相似,又能体现他们之间值差异,对于环流形势相似度的衡量较全面(李开乐,1986)和(陈录元等,2010)。相似离度小,表示两者相似度高。结果显示,三家模式在中高纬度,尤其在我国中东部等地区的 168 h 预报偏差较小;而在低纬度地区预报效果偏差较大;此外在冷空气“关键区”附近也存在一个大值中心,表示三家模式对该区域预报偏差相对较大。其原因之一考虑冷空气过程在该区域多是处于开始发展阶段,预报偏差较大,而影响我国中东部时多处于演变成熟阶段,因而预报偏差较小。

对于低纬度地区,图 4 在区域($0^{\circ}\sim 20^{\circ}\text{N}$, $40^{\circ}\sim 160^{\circ}\text{E}$)对 500 hPa 位势高度 168 h 预报场与零场之间的相似离度进行逐日分析,结果显示,ECMWF 模式 168 h 预报较稳定,相似离度基本维持在 0.05~0.15 之间;T639 模式预报效果较差,且有阶段性,在 3 月中后期及 5 月中后期预报偏差小于其他

时段;日本模式预报效果介于两者之间,前期预报效果高于后期。

3.3 南支槽的预报检验

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。图 5 结果显示,对于南支槽强度指数,三家模式的零场略有不同,T639 模式零场在 5 月略高于其他两家模式。就 ECMWF 模式看来,南支槽指数处于多波动状态,3 月前期,指数位于高位,南支槽不活跃,3 月中后期指数开始下行,南支槽逐渐活跃,4 月 20 日左右,指数有一次由高到低较大幅度的调整,5 月指数基本维持在常年平均或略偏低状态。

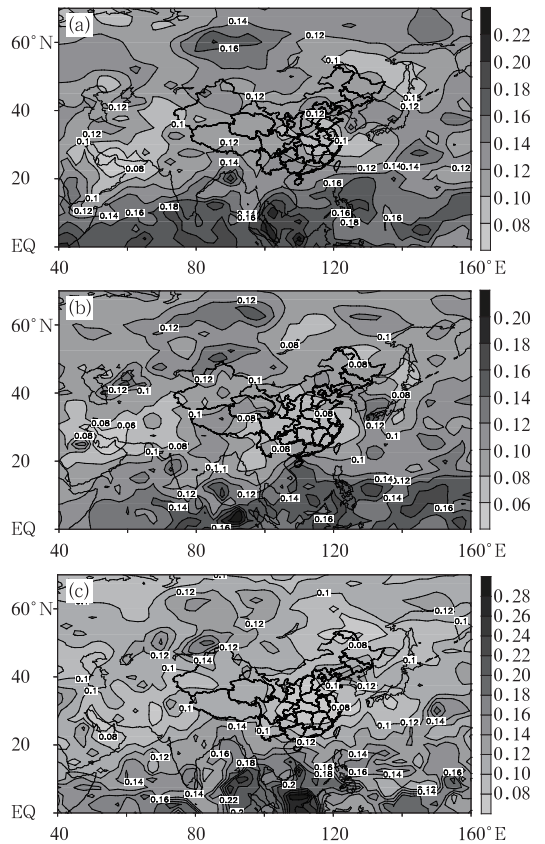


图 3 2013 年 3—5 月 T639(a)、ECMWF(b) 及日本模式(c)500 hPa 位势高度零场和 168 h 预报场的相似离度场

Fig. 3 The analogue deviation between 00 h and 168 h of 500 hPa geopotential height derived by T639 (a), ECMWF (b) and Japan (c) models from March to May 2013

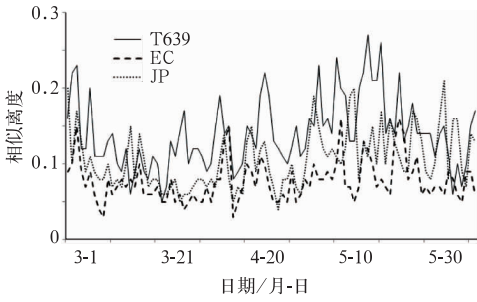


图 4 2013 年 3—5 月三家模式对低纬地区 ($0^{\circ}\sim 20^{\circ}\text{N}, 40^{\circ}\sim 160^{\circ}\text{E}$) 500 hPa 位势高度零场和 168 h 预报场相似高度逐日演变曲线
 Fig. 4 The daily evolution curves of analogue deviation between 00 h and 168 h of 500 hPa geopotential height at low latitude derived by the three models from March to May 2013

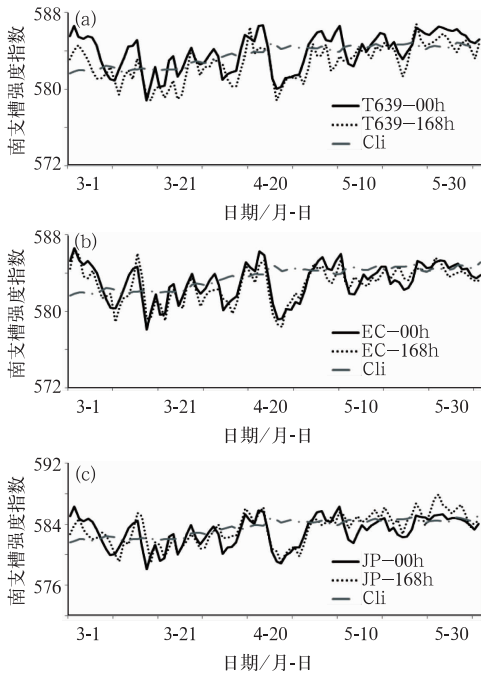


图 5 2013 年 3—5 月 T639(a)、ECMWF(b) 及日本模式(c)零场(实线)和对应的 168 h 预报场(虚线)以及气候平均值(点划线)南支槽强度指数逐日演变曲线
 Fig. 5 The daily evolution curves of 00 h (solid line), 168 h (dashed line) and climatic mean (dash-dotted line) south branch trough-index derived by T639 (a), ECMWF (b) and Japan (c) models from March to May 2013

三家模式对南支槽指数的演变及 4 月 20 日左右的调整过程预报均较好,可以预报出未来南支系

统的变化发展趋势。具体来看,T639 模式 168 h 预报较零场指数有系统性的偏低,ECMWF 模式预报场与零场基本一致,略有偏差,具有较高的参考性。而日本模式大部时段预报效果较好,但在波动极值及出现时刻上略有偏差,5 月指数存在系统性偏高。另外,图 6 给出了三家模式 ($15^{\circ}\sim 27.5^{\circ}\text{N}, 80^{\circ}\sim 100^{\circ}\text{E}$ 南支槽) 区域内 500 hPa 位势高度预报场与零场的相似高度逐日变化趋势。其中,ECMWF 模式自 3 月至 5 月 10 日附近,相似高度基本稳定在 0.1 以下,其相似度及稳定性明显高于其他两家模式,T639 模式预报稳定性较差,自 4 月中后期开始,相似高度趋势起伏大,不利于预报订正。此外,三家模式对于 5 月中后期的预报效果相对较差,尤其是日本模式,这与图 5 中南支槽指数的预报效果较一致,表示模式对于南支槽小幅度波动的预报性能不稳定。

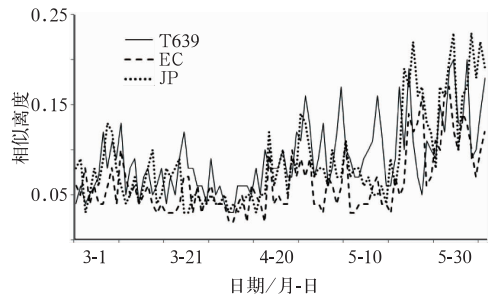


图 6 2013 年 3—5 月三家模式对南支槽区域 ($15^{\circ}\sim 27.5^{\circ}\text{N}, 80^{\circ}\sim 100^{\circ}\text{E}$) 500 hPa 位势高度零场和 168 h 预报场相似高度逐日演变曲线
 Fig. 6 The daily evolution curves of analogue deviation between 00 h and 168 h of 500 hPa geopotential height derived by the three models from March to May 2013

3.4 850 hPa 温度趋势预报检验

为了解各模式对 850 hPa 温度的预报性能,选取了 ($40^{\circ}\text{N}, 117.5^{\circ}\text{E}$) 和 ($25^{\circ}\text{N}, 115^{\circ}\text{E}$) 两个格点分别代表北方和南方地区,检验三家模式对 850 hPa 温度变化趋势的中期预报能力。

2013 年春季,我国冷空气活动频繁,气温多起伏、冷暖变化幅度较大。从三家模式 850 hPa 温度逐日演变图中可以看出(图 7),各家模式的 850 hPa 温度变化均呈多波动状态,168 h 预报场与各自的零场趋势上基本吻合。其中,对于北方地区,4 月

13—20 日,受持续冷空气影响,我国出现了大范围明显降温天气,过程累积降温幅度一般为 $8\sim 12^{\circ}\text{C}$,长江流域超过 14°C 。三家模式对北方地区这次大幅降温的趋势预报均较接近零场,但强度预报各有偏差,三家模式对过程间歇期回温都预报过高。而对于南方地区 4 月 6—8 日的急剧降温,三家模式 168 h 预报趋势均较好,只是在降温幅度上略有偏差,加之对前期回温预报偏高,从而造成对冷空气强度

度预报的偏差。

综合来看,三家模式基本都能反映出温度的转折性变化趋势。比较而言,三家模式对 850 hPa 温度的预报效果较好,不论是升降温幅度或是时间都与实况较为接近,无明显系统性误差;但三家模式对于持续冷空气过程间歇回温幅度预报较差,对于北方地区尤其明显,需要在日常业务预报中进行相应的订正。

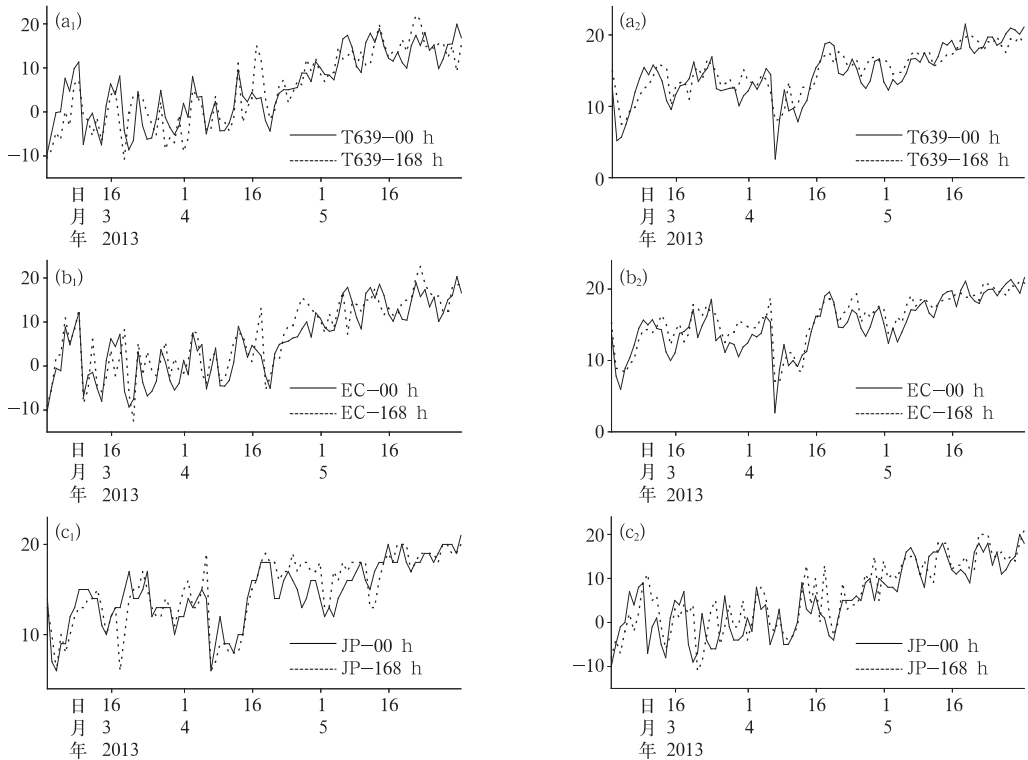


图 7 2013 年 3—5 月 T639(a)、ECMWF(b)及日本模式(c)零场(实线)和对应的 168 h 预报场(虚线)850 hPa 温度逐日演变曲线

(a_1 、 b_1 、 c_1 为北方; a_2 、 b_2 、 c_2 为南方)

Fig. 7 The daily evolution curves of 00 h (solid line) and 168 h (dashed line) predicted temperature (unit: $^{\circ}\text{C}$) at 850 hPa made by T639 (a), ECMWF (b) and Japan (c) models from March to May 2013

(a_1 , b_1 , c_1 refer to northern China; a_2 , b_2 , c_2 refer to southern China)

3.5 沙尘天气的预报能力检验

沙尘天气是春季天气预报重点。2013 年 3—5 月,我国共出现 6 次沙尘天气过程(4 次扬沙,2 次沙尘暴过程),沙尘天气过程数比常年同期(19.2 次)明显偏少,比 2001—2010 年近 10 年同期平均(12.7 次)偏少一半以上。

2013 年 3 月 8—9 日,受冷空气影响,北方地区

出现今年以来最强沙尘天气过程,覆盖范围约 280 万 km^2 。期间,西北大部、华北、黄淮北部和西部以及辽宁西部等地出现扬沙或浮尘天气,内蒙古中西部、甘肃西部和陇东地区、陕西北部等地部分地区出现沙尘暴,新疆阿克苏、阿拉尔、塔中、淖毛湖和宁夏平罗出现强沙尘暴;下面就以此为例分析三家模式对沙尘天气的预报能力。

预报沙尘天气的发生,重点在于参考气压梯度

来预报地面大风。本文以 T639、ECMWF 和日本模式 3 月 8 日 20 时的海平面气压零场和对应的 96 h 预报场进行对比分析(图 8)。

此次沙尘天气的直接影响系统是蒙古气旋和地面冷锋。3 月 8 日 20 时,气旋位于蒙古国中部,中心气压 990 hPa;冷锋位于内蒙古西部至新疆天山

一带;锋后的冷高压中心强度为 1035 hPa。锋后的强冷平流和锋前的强暖平流造成强的斜压性发展,使锋区附近产生较大的气压梯度和变压梯度,使得冷锋后部出现地面强风,从而引发了此次沙尘天气过程。

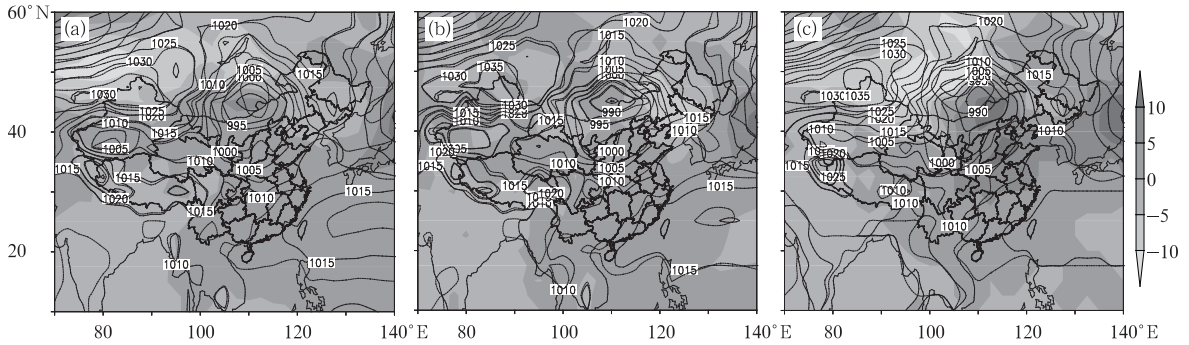


图 8 2013 年 3 月 8 日 20 时 T639(a)、ECMWF(b)及日本模式(c)海平面气压实况分析(实线)和对应的 96 h 预报场(虚线)及两者的偏差(阴影)

Fig. 8 The 00 h (solid line) and 96 h (dashed line) predicted sea level pressure and error between 96 h and 00 h fields (shaded) made by T639 (a), ECMWF (b) and Japan (c) models on 20:00 BT 8 March 2013

由图 8 不难发现,三家模式的零场中自蒙古国西部到新疆天山一带均存在较大的气压梯度、且冷高压位置相似,再比较 96 h 预报场可知,三家模式对冷高压和蒙古气旋的预报与其零场相比,中心位置相似,略有偏差,对沙尘天气发生的背景均有较好预报能力。ECMWF 模式的冷高压中心强度为 1030 hPa,比零场偏弱 5 hPa,而 T639 模式和日本模式预报的冷高压中心强度偏弱,误差较大,在 5~10 hPa,造成气压梯度较零场偏弱;对于蒙古气旋,ECMWF 模式在位置及强度上均与零场一致,T639 模式位置偏北,强度偏弱,而日本模式预报无论在位置或是强度上均偏差最大,综合来说,ECMWF 模式对于此次沙尘天气的预报具有更好的参考价值。

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,蔡蓁宁(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 小 结

(1) 三家模式对 2013 年 3—5 月 168 h 时效 500 hPa 西风指数的变化趋势和零场较为一致,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

的指示意义。此外,相比较而言,对于西风指数的转折性过程或是小幅波动,ECMWF 模式均较其余两家模式有明显优势。

(2) 对于 500 hPa 位势高度场,三家模式 168 h 预报对中高纬地区的预报偏差要低于低纬地区,尤其对我国中东部地区预报误差较低。ECMWF 模式较其他两家模式预报效果更稳定;T639 模式预报效果较差,且存在阶段性调整。

(3) 对于南支槽,三家模式 168 h 预报均能较好地预报南支槽的多波动状态和突变趋势。ECMWF 模式预报场预报效果及稳定性均具有较高的参考价值。此外,三家模式对于南支槽的小幅度波动的预报性能较差。

(4) 三家模式基本都能反映出温度的转折性变化趋势。比较而言,三家模式对 850 hPa 温度的预报效果较好,不论是升降温幅度或时段都与实况较为接近,无明显系统性误差;但三家模式对于持续冷空气影响间歇回温幅度预报较差,对于北方地区尤其明显,需要在日常业务预报中进行相应的订正。

(5) 对于 2013 年 3 月 8—9 日的沙尘天气过程,三家模式 96 h 预报都能较好地反映出引起本次沙尘天气的冷空气位置和范围,其中以 ECMWF 模式预报最好,日本模式预报效果最差。

参考文献

- 蔡芴宁, 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.
- 蔡芴宁, 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.
- 陈录元, 周海等, 2010. 逐步相似过滤法在青海省 4—10 天降水预报

- 中的应用. 兰州大学学报(自然科学版), 46(2):34-46.
- 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.
- 李开乐, 1986. 相似高度及其技术. 气象学报, 44(2):176-183.
- 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.



《中国气象局“十一五”规划教材 荒漠化监测》

高永 主编

《荒漠化监测》是“水土保持与荒漠化防治”专业必修的专业课教材, 该书主要内容包括荒漠化监测的地理、数学基础、荒漠化监测技术规程、荒漠化监测技术体系、荒漠化地面监测方法、荒漠化遥感监测、沙尘暴监测及荒漠化评价等, 并介绍了荒漠化监测的综合应用案例。该书可作为高等农林院校环境生态类专业本科生、研究生教书, 还可供农、林、环境保护等行业的有关科技人员参考。

16 开 定价: 39.00 元

《区域土地开发整理——河北省土地

开发整理模式与潜力研究》

李志祥 等编著

河北省地域辽阔, 地貌类型多样, 不同区域类型的土地开发整理模式和潜力差异明显。该书针对河北省土地开发整理的现状与问题, 在对土地开发整理区域生态类型合理规划的基础上, 根据不同生态类型耕地后备资源的特点, 对其土地开发整理的模式、潜力与效益等进行全面的分析研究。该研究结果可以为河北省不同区域生态类型土地开发整理项目的审批和管理提供理论依据和参考, 从而降低土地开发整理项目的立项风险, 为国土资源部门科学合理地统筹安排各区域生态类型土地开发整理工作提供参考。该书可供高等院校和科研院所相关专业的师生及科研人员参考。

16 开 定价: 35.00 元

《能源植物发展潜力遥感信息获取与评价》

庄大方 等著

该书介绍了能源植物发展的背景、需求和国内外研究进展, 分析了能源植物发展潜力遥感信息获取的技术方法, 重点阐述了在遥感、GIS 技术支持下, 充分考虑能源植物规模化开发利用的自然限制要素和社会经济限制要求, 构建多要素综合评估模型的技术思路, 包括土地资源潜力、净能量潜力和净环境效益。以我国全国和重点区域为例, 估算了发展主要能源植物的土地资源规模、分布及发展的潜力, 为政府制定产业政策和相关科学研究提供基础数据支持。

16 开 定价: 35.00 元

《气候变化——地球会改变什么?》

肖国举 等编著

该书从全球变暖事实与假说、气候变化灾害与风险、动植物行为变化、冰川融化与海洋危害、粮食与水安全挑战、人类健康与人类文明、低碳时代与低碳与生活等方面, 汇集了科学界对全球变暖的基本认识和取得的最新研究成果。旨在让从事气候变化研究的学者、普通大众和决策者之间架起一道沟通的桥梁, 使人们能够真正认识到全球变暖对粮食生产、生态环境和人类健康安全影响的重要性和迫切性。

该书可供气象、环境、生态、水文、农业、食品、旅游、人文相关领域的科研人员、政府管理人员以及高校师生参考。

16 开 定价: 45.00 元

气象出版社网址: <http://www.cmp.cma.gov.cn>, E-mail: qxcs@cma.gov.cn

发行部电话: (010)68406961/9198/9199/8042, 传真: 62175925