

蔡芎宁. 2010年3—5月T639、ECMWF及日本模式中期预报性能检验[J]. 气象, 2010, 36(8): 106-110.

2010年3—5月T639、ECMWF及日本模式中期预报性能检验

蔡芎宁

国家气象中心, 北京 100081

提 要: 为更好地应用 T639 模式中期预报产品, 对 2010 年 3—5 月 T639 模式 96 小时预报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: 三种模式均对亚洲中高纬环流形势的调整和演变具有较好的预报性能。综合来看, ECMWF 模式对各系统及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 2010 年 3 月 19—22 日的沙尘天气个例进行分析, 发现日本模式对于引发此次沙尘天气的地面强风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

Performance Verification of the March to May 2010 Medium-Range Forecasting by T639, ECMWF and Japan Models

CAI Xiangning

National Meteorological Center, Beijing 100081

Abstract: In order to improve the ability to use the products of T639, the synoptic verification on its medium-range forecasting in 2010 spring is made in comparison with the NWP of ECMWF and Japan models. The results show that the three models have good performances in the aspect of predicting the large-scale circulation evolution and adjustment in Asian middle and high latitude areas. As a whole, the ECMWF model is the best in forecasting most weather systems compared with the T639 and Japan models. Taking the sandstorm process during the period of 19—22 March as a case, it is found that Japan model is more effective than the other two models in the medium-range forecasting of strong surface wind, which causes this sand and dust weather process.

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

1 3—5月天气概况

2010年3—5月, 全国平均降水量较常年同期偏多, 为1951年以来历史同期第三多。除云南中北部、贵州南部、海南、西藏西北部等地降水量偏少3~5成外, 全国其余大部地区接近常年或偏多, 其中东北大部、华北北部、西北大部、江淮大部、江南大部以及山东半岛、内蒙古、西藏东部、云南西北部等地降水量偏多3成至1倍, 部分地区偏多1~2倍。吉林、西藏春季降水量为历史同期最大值, 黑龙江、辽宁、内蒙古为历史同期次大值。

3—5月, 全国平均气温较常年同期略偏低, 为

近14年来同期最低值。除西南地区大部及青海南部、新疆西南部气温偏高1~2℃, 西藏西南部偏高2~4℃外, 全国其余大部地区气温接近常年或偏低, 其中新疆北部、黑龙江南部、吉林中西部、辽宁北部等地偏低2~4℃。云南区域平均气温为历史同期最高值。黄河流域以北大部分地区进入春季时间较常年同期偏晚, 其中辽宁、河北北部、山西等地偏晚10~20天。

3—5月, 冷空气活动频繁, 全国多次出现阶段性低温天气, 低温冷冻害和雪灾频发; 江淮、江南初春出现历史罕见早汛; 华南、江南春末降水过程频繁, 部分地区暴雨洪涝灾害严重; 沙尘天气过程频繁且集中, 影响范围较广。

2 资 料

本文选取 2010 年 3—5 月 T639、ECMWF 及日本模式 20 时(北京时)实况分析场和 96 小时预报场进行中期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 模式资料分辨率为 $1.125^{\circ} \times 1.125^{\circ}$ 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 三种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。图 1 是根据 2010 年 3—5 月 T639、ECMWF 及日本模式 500 hPa 高度实况分析和 96 小时预报计算所得的亚洲中高纬西风指数逐日演变曲线。

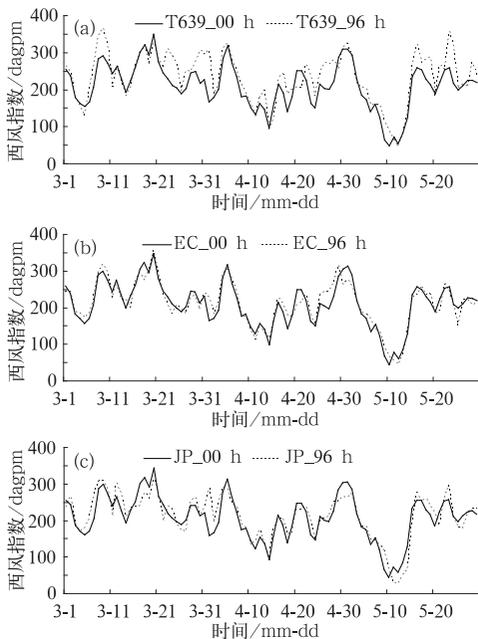


图 1 2010 年 3—5 月 T639(a)、ECMWF (b) 及日本模式(c) 零场(实线) 和对应的 96 小时预报场(虚线) 西风指数逐日演变曲线

Fig. 1 The daily evolution curves of 00 h (solid line) and 96 h (dashed line) westerly-index calculated from T639 (a)、ECMWF (b) and Japan (c) models from March to May 2010

从三种模式实况分析来看,3—5 月,西风指数处于多波动状态,说明春季冷空气活动十分频繁,亚洲中高纬环流形势也随之不断调整。其中,3 月份西风指数出现了 3 次下降过程,但降幅相对较小,说明弱冷空气活动比较频繁,导致西北地区中东部、华北中东部、东北地区中部以及黄淮等地的部分地区出现了降温和降雪天气。东北地区中部、华北中东部及内蒙古中西部、山东中部、安徽北部、江苏大部、甘肃中西部、新疆北部等地降雪日数比常年同期偏多 2~4 天,局部地区偏多 4 天以上。4 月 5—14 日,西风指数出现了 1 次明显的下降过程,从 318 dagpm 不连续下降到 99 dagpm。这一时期我国出现了大范围强降温天气,东部地区及西北地区东部气温偏低,其中东北、华北及新疆北部气温异常偏低。此次低温天气具有影响范围广、强度强、降温幅度大、极端气温低、灾害重等特点。5 月 1—10 日,西风指数又出现了 1 次明显的下降过程,从 313 dagpm 不连续下降到 44 dagpm,为春季降幅最大的一次。配合北方南下的冷空气,5 月份南方地区出现 6 次大范围强降水天气过程,发生时间大致在 5 月 5—7 日、8—10 日、12—14 日、16—19 日、20—23 日、26—31 日。这 6 次强降水过程具有影响范围广、过程雨量大、局部地区降雨强度强、灾害重等特点。5 月 7 日,广州最大 1 小时和 3 小时降水量分别达到 99.1 mm 和 199.5 mm,均破历史记录。综合来看,三种模式都能较好地预报出西风指数的多波动状态以及明显的下降过程,96 小时预报与实况呈同位相变化,只是在时间或强度上存在一些偏差。相比较而言,对于西风指数的小幅波动,ECMWF 模式预报偏差比 T639、日本模式小。

综合以上分析,三种模式对于亚洲中高纬大尺度环流的重大调整过程均有一定的预报能力,对灾害性天气的中期预报都有较好的指示意义,这与马杰等^[1-3]的检验结果比较一致。其中,ECMWF 模式对于西风指数的预报效果最好,对中高纬环流的小幅调整亦有较为准确的反映,日本模式和 T639 模式次之。

3.2 对 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 环流形势及西北太平洋副热带高压(以下简称副高)的预报能力是衡量该模式预报性能好坏的

重要标志之一。下面就对 2010 年 3—5 月 T639 模式、ECMWF 模式和日本模式 500 hPa 平均位势高度零场及对应的 96 小时预报场进行比较。

如图 2 所示,对于 500 hPa 平均位势高度场,三家模式的零场在中高纬地区比较相似,说明各家模式的同化技术对上述地区资料处理的能力大致相当。但在低纬度地区,它们的差异却非常明显:EC-

MWF(图 2b)和日本模式(图 2c)零场显示的副高西脊点位于 90°E 附近,96 小时预报场与其各自的零场基本一致,只是前者预报的副高西脊点略偏东,而后者预报的略偏西;T639 模式(图 2a)的零场中副高呈东西向带状分布,势力强大,但 96 小时预报的副高西脊点位于 90°E 附近,比其零场明显偏弱。

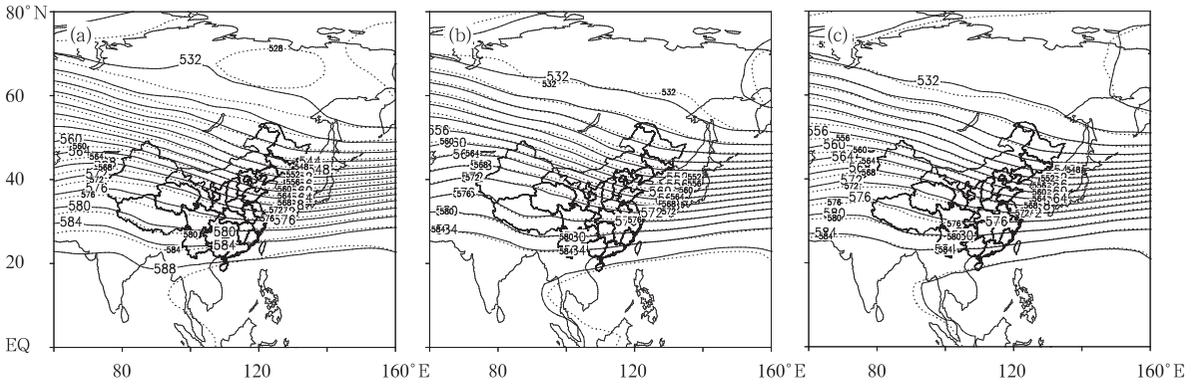


图 2 2010 年 3—5 月 T639(a)、ECMWF(b)及日本模式(c) 500 hPa 平均位势高度零场(实线)和对应的 96 小时预报场(虚线)

Fig. 2 The 00 h (solid line) and 96 h (dashed line) average 500 hPa geopotential height field obtained from T639 (a), ECMWF (b) and Japan (c) models from March to May 2010

再对比一下三家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,而春季又是南支槽最活跃的时期。但 2010 年春季南支槽比常年同期明显偏弱,从三家模式的零场中均能看出这一点。这也是造成西南地区东部发生罕见特大秋冬春连旱的主要原因之一。ECMWF 模式零场中南支槽相对比较清楚,其预报场和零场相当吻合,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比较细致;日本模式零场中南支槽相对比较平直,其预报场也和零场十分接近;而 T639 模式零场中的南支槽表现最弱,其预报场却比零场偏强。

综合来看,对于 500 hPa 平均位势高度场,三家模式对中高纬地区的资料同化能力大致相当。但在低纬度地区,ECMWF 模式和日本模式与其各自零场的吻合度较好;而 T639 模式不如前两种模式。

3.3 850 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°N、117.5°E)和(25°N、115°E)两个格点分别代表北方和南方地区,检验三种模式对 850 hPa

温度变化趋势的中期预报能力。

2010 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。从三种模式 850 hPa 温度逐日演变图中可以看出(图 3),各家模式的 850 hPa 温度变化均呈多波动状态,96 小时预报场与各自的零场基本都吻合得较好。其中,4 月中旬,受冷空气影响,我国出现了大范围明显降温天气,西北地区、华北、黄淮、江淮、江汉、江南、华南以及贵州等地最大降温幅度达 8~16 °C。三家模式对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,ECMWF 模式的偏差最小,日本和 T639 模式对北方地区的预报在整个降温过程中还预报了小幅回温的趋势,与零场偏差较大。而对于南方地区温度的 96 小时预报,T639 模式对几次强降温过程的降幅预报明显偏小,从而造成对冷空气过程预报偏弱。

综合来看,三种模式基本都能反映出温度的转折性变化趋势。比较而言,ECMWF 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;而日本和 T639 模式对温度剧烈变化的预报有时偏差较大。另外,T639 模式对于南方地区强降温过程的幅度预报往往偏弱,需要在日常业务预报中进行相应的订正。

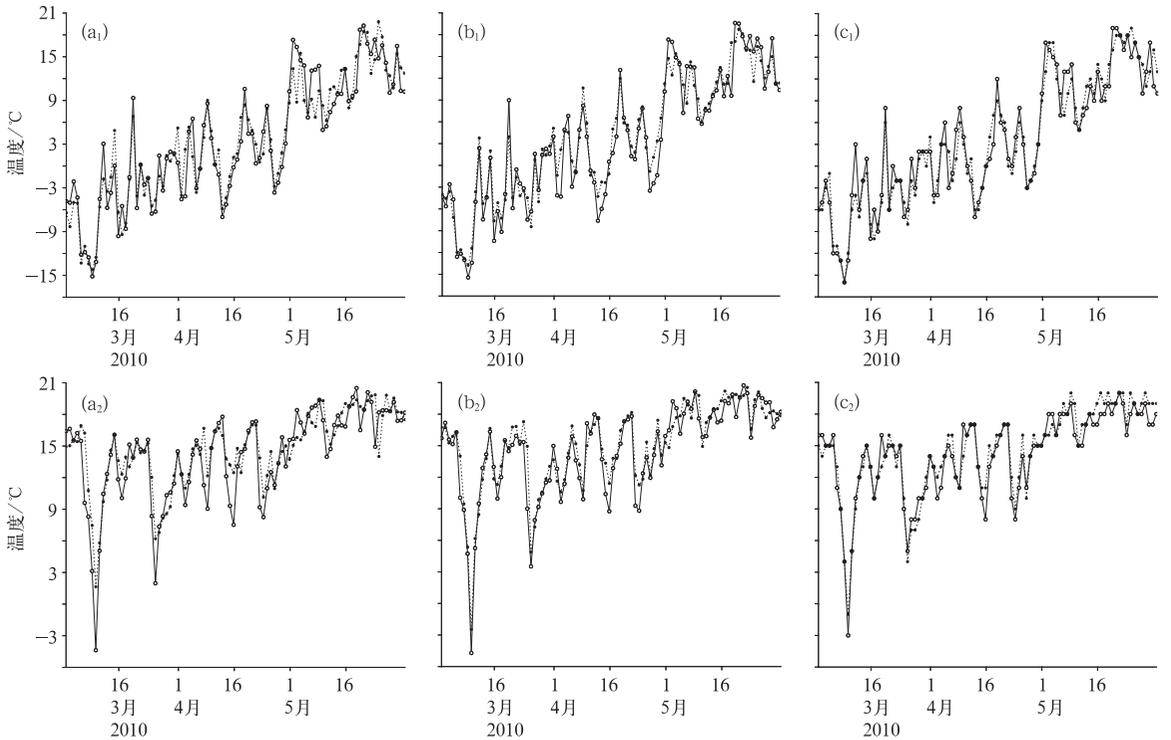


图 3 2010 年 3—5 月 T639(a)、ECMWF(b)及日本模式(c)零场(实线)和对应的 96 小时预报场(虚线)850 hPa 温度逐日演变曲线(°C) (a₁、b₁、c₁ 为北方;a₂、b₂、c₂ 为南方)

Fig. 4 The daily evolution curves of 00 h (solid line) and 96 h (dashed line) temperature (°C) at 850 hPa obtained from T639 (a), ECMWF (b) and Japan (c) models from March to May 2010 (a₁, b₁, c₁ refer to northern China; a₂, b₂, c₂ refer to southern China)

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。2010 年 3—5 月,我国北方共出现沙尘天气过程 16 次,其中强沙尘暴 1 次,沙尘暴 8 次,扬沙 7 次,沙尘次数比常年同期(13.7 次)偏多。其中 3 月 19—22 日的强沙尘暴过程,影响范围最广,不仅对新疆南疆盆地、青海北部、甘肃中西部、内蒙古中西部、宁夏、陕西北部、华北、黄淮北部等北方地区造成了影响,

沙尘还伴随大风一路南下,蔓延至黄淮南部、江淮、江汉等地,并对台湾造成了影响,累计影响了我国 21 个省(市、区)。下面就以其为例分析三种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 19 日 20 时的海平面气压零场和对应的 96 小时预报场进行对比分析(图 4)。

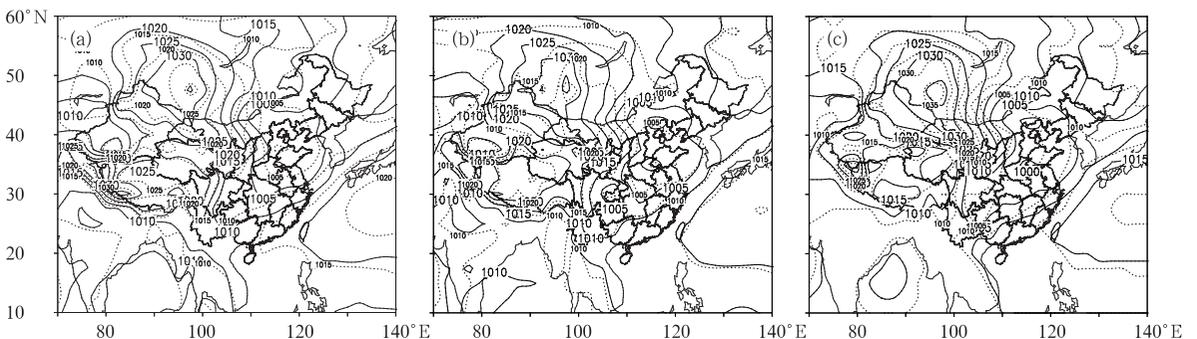


图 4 2010 年 3 月 19 日 20 时 T639(a)、ECMWF(b)及日本模式(c)海平面气压实况分析(实线)和对应的 96 小时预报场(虚线)

Fig. 4 The 00 h (solid line) and 96 h (dashed line) sea level pressure obtained from T639 (a), ECMWF (b) and Japan (c) models on March 19 2010

此次沙尘天气的影响系统是蒙古气旋和冷锋。3月19日20时,蒙古气旋的位置处在蒙古国南部,气旋中心气压为1000 hPa;锋面位于华北西部至西北地区东部一带;冷锋后部的冷高压中心强度达1040 hPa。由于冷气团势力强大,强冷平流导致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。由图4(a、b、c)不难发现,三家模式的零场中自西北地区东部到新疆南部均存在较大的气压梯度,且蒙古高压位置相似,即模式对冷空气和风速的表征较为准确。再比较三家模式的96小时预报场可知,三者对于冷高压和蒙古气旋中心位置和强度的预报与其各自的零场都比较接近,只是略有偏差,均能够指示上述地区将有沙尘天气发生。ECMWF模式预报的蒙古气旋中心强度为1005 hPa,比其零场偏弱5 hPa;T639模式预报的冷高压中心强度偏弱5 hPa,预报的蒙古气旋比其零场略偏北;日本模式预报的蒙古气旋比其零场略偏南,但其等压线的走向和密集程度与零场最接近,因此对于此次沙尘天气的强度预报效果最好。

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,结合马杰^[1]、王超^[4]等的分析结果,各家模式对沙尘天气的预报各有优劣。

4 小 结

(1) 三种模式对2010年3—5月96小时500 hPa西风指数的变化趋势预报与实况较为一致,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。其中,ECMWF模式预报最接近实况,日本和T639模式次之。

(2) 对于500 hPa平均位势高度场的预报,三家模式对中高纬地区的资料同化能力大致相当。但在低纬度地区,ECMWF和日本模式与其各自零场的吻合度较好;而T639模式不如前两种模式。

(3) 对于850 hPa温度预报,三种模式基本都能反映出温度的转折性变化趋势。比较而言,ECMWF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;而日本和T639模式对温度剧烈变化的预报有时偏差较大。另外,T639模式对于南方地区强降温过程的幅度预报往往偏弱,需要在日常业务预报中进行相应的订正。

(4) 对于2010年3月19—22日的沙尘天气过程,三家模式的预报能力相当,都较好地预报出了冷空气的位置和起风范围。但相比之下,日本模式对此次沙尘天气的强度预报具有更明确的指示意义。

参考文献

- [1] 马杰. 2009年3—5月T639、ECMWF及日本模式中期预报性能检验[J]. 气象, 2009, 35(8): 112-117.
- [2] 蔡芎宁. 2008年6—8月T639、ECMWF及日本模式中期预报性能检验[J]. 气象, 2008, 34(11): 111-116.
- [3] 蔡芎宁. 2009年9—11月T639、ECMWF及日本模式中期预报性能检验[J]. 气象, 2010, 36(2): 130-135.
- [4] 王超. 2008年3—5月T213与ECMWF及日本模式中期预报性能检验[J]. 气象, 2008, 34(8): 112-118.