

刘一. 2012 年 3—5 月 T639、ECMWF 及日本模式中期预报性能检验[J]. 气象, 2012, 38(8): 1017-1022.

2012 年 3—5 月 T639、ECMWF 及日本模式中期预报性能检验^{*}

刘 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 2012 年 3—5 月 T639 模式 96、120 和 144 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度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 2012 年 4 月 22—23 日的沙尘天气个例进行分析, 发现日本模式对于此次沙尘天气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

Performance Verification of the Medium-Range Forecasts for T639, ECMWF and Japan Models from March to May 2012

LIU Yi

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 2012 is made in comparison with the NWP products of ECMWF and Japan models. The results show that the three models have good performances on 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 better in forecasting most weather systems compared with the T639 and Japan models. Taking the sandstorm process during the period of April 22—23, 2012 as a case, it is found that the Japan model is more effective than the other two models in medium-range forecasts of strong surface wind, causing the sand and dust weather process.

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

1 3—5 月天气概况

2012 年 3—5 月, 全国平均降水量为 145.4 mm, 较常年同期略偏多。与常年同期相比, 除黄淮及新疆大部、西藏西部和南部、四川南部、云南北部等地偏少 3~8 成, 局部偏少 8 成以上外, 全国其余大部地区接近常年同期或偏多, 其中江南北部及辽宁中部、内蒙古中部、青海、海南等地偏多 3 成至 1

倍, 局地偏多 1 倍以上。

3—5 月, 全国平均气温为 10.7℃, 较常年同期(10.2℃)偏高 0.5℃。与常年同期相比, 除东北东部及内蒙古东北部、湖北南部、湖南北部、重庆东南部等地气温偏低 0~1℃外, 全国其余大部地区气温接近常年同期或偏高, 其中山西北部、河南东部、山东西南部、江苏、福建南部、广西南部、云南、四川南部、新疆北部等地偏高 1~2℃, 北疆局地偏高 2~4℃。

^{*} 公益性行业(气象)科研专项(GYHY2009416009)资助
2012 年 6 月 25 日收稿; 2012 年 7 月 11 日收修定稿
作者: 刘一, 主要从事中期天气预报工作. Email: liuyi_wt@163.com

3—5 月,全国平均强对流天气日数为 8.3 天,比常年同期(8.7 天)偏少 0.4 天。其中江南、华南、西南大部、华北北部、东北南部及青海东部和南部、甘肃南部等地强对流日数在 5~15 天,江西大部、广东大部、海南大部、广西东部、湖南南部、福建西部等地超过 20 天;全国其余地区在 5 天以下。与常年同期相比,东北中部、华北北部、江南大部、华南中东部及内蒙古大部、陕西北部、甘肃东部等地偏多,其中江西东部、福建西部、湖南东南部、广东南部等地偏多 5~10 天;全国其余大部地区偏少,四川南部、云南南部等地偏少 5~10 天。

2 资 料

本文选取 2012 年 3—5 月 T639、ECMWF 及日本模式 20 时(北京时)实况分析场、96 小时预报场、120 小时预报场和 144 小时预报场进行中期天气学检验及预报效果的对比分析,检验作用资料主要包括模式的 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,其他两个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 2012 年 3—5 月 T639、ECMWF 及日本模式 500 hPa 高度实况分析和 144 小时预报计算所得到的亚洲中高纬度西风指数逐日演变曲线。

从这三种模式实况分析来看,3—5 月西风指数处于多波动状态,表明 2012 年春季冷空气活动十分频繁,亚洲中高纬度环流形势也在不断调整。其中,3 月份西风指数出现了两次明显的下降过程,其中 3 月 5—10 日,西风指数从 200 dagpm 以上降到 90 dagpm 左右,为 2012 年春季首次较大降幅。这一时期,中国大部分地区出现大幅度降温过程,其中北方最高降温幅度接近 20°C 。3 月底到 4 月初,西风指数再次出现大幅度下降过程,从 330 dagpm 急剧下降到 120 dagpm 左右,对应全国性强冷空气过程。4 月 16—27 日,西风指数出现了一次显著的下

降过程,从 400 dagpm 不连续下降到 150 dagpm 左右。紧接着从 5 月 1—8 日,西风指数出现了同等幅度的下降过程。从 5 月 19—22 日开始,西风指数经历了今年春季最大的一次下降过程,期间中国北方经历了明显的降水、降温和大风天气。

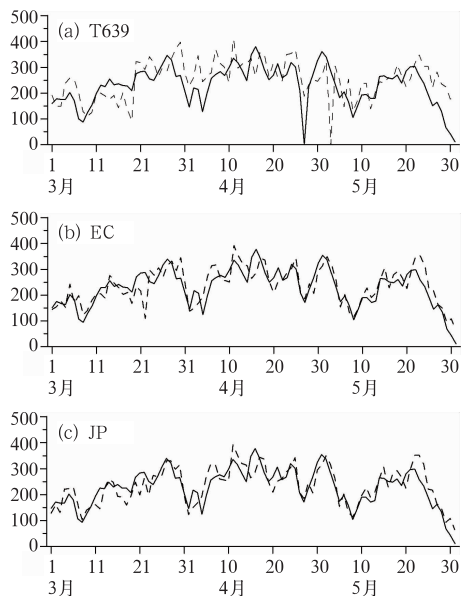


图 1 2012 年 3—5 月 T639(a)、ECMWF(b)及日本模式(c)零场(实线)和对应的 144 小时预报场(虚线)西风指数(单位:dagpm)逐日演变曲线
Fig. 1 The daily evolution curves of 00 h (solid line) and 144 h (dashed line) westerly-index (unit: dagpm) derived by T639 (a), ECMWF (b) and Japan (c) models from March to May 2012

综上所述,三种模式都能较准确地预报出西风指数的多波动状态以及明显的下降过程,表明了上述三个模式对于亚洲中高纬度大尺度环流重大调整过程较好的预报能力。其中,144 小时预报与实况基本上呈现同位相变化,只是在时间或强度上存在一定偏差,尤其是 T639 模式,144 小时预报场与其零场偏差较大。相比较而言,对于西风指数的小幅度波动,ECMWF 模式预报偏差比日本、T639 模式小。

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

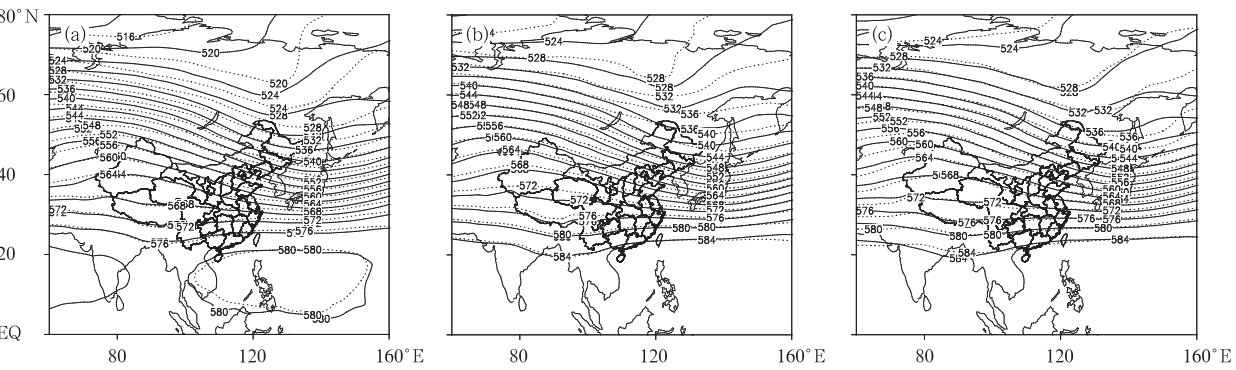


图 2 2012 年 3—5 月 T639(a)、ECMWF(b)及日本模式(c)
500 hPa 平均位势高度零场(实线)和对应的 144 小时预报场(虚线)

Fig. 2 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 2012 (unit: dagpm)

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。以下将主要分析比较 2012 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 小时预报场。

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度地区非常相似,表明上述三个模式的同化技术对东亚地区资料处理的能力大致相当。其中,ECMWF 和日本模式的 144 小时预报场都与各自的零场非常吻合,特别是中高纬度地区,144 小时预报场的可信度相当高,偏差非常小。而 T639 模式的预报场和零场的偏差幅度比前两种模式都大,对于副高的预报比其零线偏强。

再对比一下上述三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天气的主要天气系统,春季是南支槽最活跃的时期。2012 年 3 月,南支槽较往年偏强,导致该年初春南方大部分地区出现持续低温阴雨寡照天气。其中,江南西部、华南西部及贵州东部等地气温较常年偏低 1~4℃;江南、华南大部降水日数有 12~20 天,普遍较常年同期偏多,其中广西东部和南部、广东西部、湖南大部、江西北部、湖北东部、安徽中部和南部、江苏南部、浙江北部偏多 3~6 天,局部偏多 6 天以上。持续低温阴雨寡照天气对当地农业生产带来了较大影响,造成春播进度受阻,油菜等作物发育期迟缓、长势偏弱。从图 3 可以看出,ECMWF 模式对于南支槽的预报与其零线场相

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十分准确;日本模式预报场比其零线场偏弱,而 T639 模式则相对其零线场偏强。

3.3 850 hPa 温度趋势预报检验

为了解上述 3 个模式对 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。

从三种模式 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,96 小时预报场都较好地预报出温度的变化趋势。在 2012 年初春,南方地区出现了两次大幅度的降温过程,并伴随着持续的阴雨寡照天气。ECMWF 模式对 3、4 月的几次降温天气过程,尤其对南方地区降温幅度的预报都比零场偏小,主要误差源自最低气温预报不足。T639 虽然预报了 3 月前期的两次显著降温过程,但是降温幅度偏弱,而对 3 月下旬气温的波动,气温下降幅度明显偏大,预报性能表现不稳定。

综合来看,三种模式基本都能反映出气温的转折性变化趋势。比较而言,ECMWF 和日本模式对 850 hPa 温度的预报效果较好,JP 模式对北方地区气温变化预报性能最为稳定,而 ECMWF 对南方地区气温预报与实况更为接近。

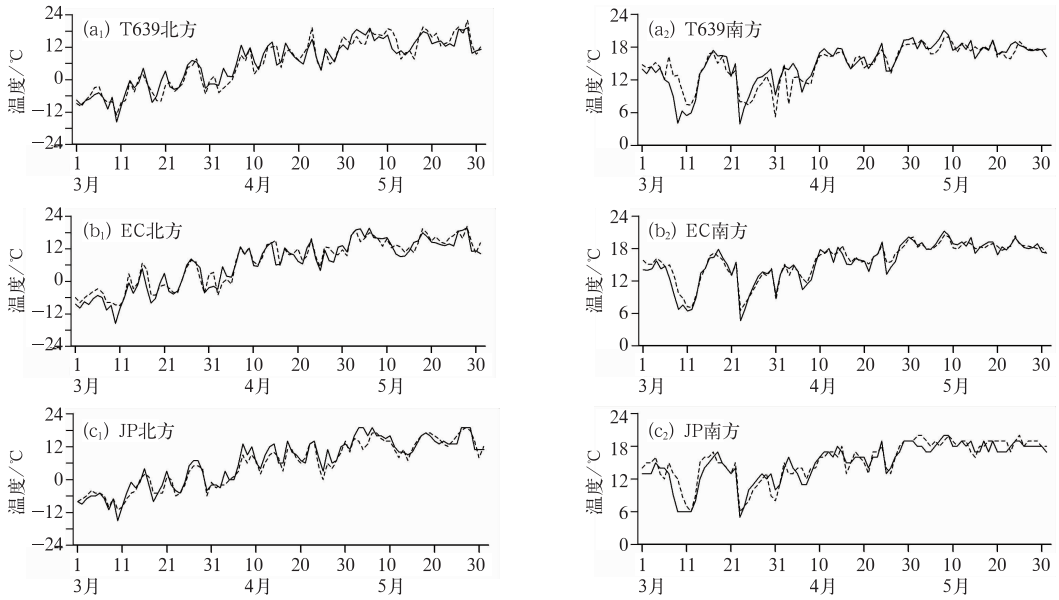


图 3 2012 年 3—5 月 T639(a)、ECMWF(b)及日本模式(c)零场(实线)和对应的 96 小时预报场(虚线)850 hPa 温度逐日演变曲线(℃)
(a₁、b₁ 和 c₁ 为北方;a₂、b₂ 和 c₂ 为南方)

Fig. 3 The daily evolution curves of 00 h (solid line) and 96 h (dashed line) predicted temperature (unit: ℃)

at 850 hPa made by T639 (a), ECMWF (b) and Japan (c) models from March to May 2012
(a₁, b₁ and c₁ stand for northern China and a₂, b₂ and c₂ for the southern China)

3.4 南支槽预报检验

南支槽是造成 2012 年初春我国南方低温阴雨寡照天气的主要影响系统。这里选取 75°~110°E 范围内 25°N 500 hPa 高度场表征南支槽活动情况,并选取 120 小时预报场进行检验。

由图 4 可见,2012 年初春,南支槽存在 3 次明显的东移过程,其中 3 月中旬,南支槽东移过程强度最强,持续时间也最长,因此受该次南支系统影响,我国南方地区出现大范围低温阴雨寡照天气,并持续较长时间。从预报结果来看,各模式对南支槽的发展和东移过程均有较稳定的预报。对 3 月中旬较强的南支槽过程,3 个模式 120 小时预报的中心位置较零场偏东。其中 T639 和日本模式预报的强度偏强,ECMWF 预报的中心强度与零场相比偏弱。整体来看,对这一时期南支槽的预报,3 个模式各有所长。

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关注对象。2012 年 3—5 月,我国共出现 9 次沙尘天气过程(3 次扬沙、4 次沙尘暴和 2 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 3.7 次。其中沙尘暴和强沙尘暴过程有 6 次,较 2001—2010 年同期平均次数(8 次)偏少 2 次。其中,4 月 22—23 日的强沙尘暴过程,影响范围最广,不仅对新疆南疆盆地、内蒙古西部、青海西北部、甘肃西部、宁夏北部有扬沙或浮尘,其中南疆盆地、青海西北部、宁夏北部等地局地有(强)沙尘暴。新疆阿勒泰、哈密 2 个地区 3 个县受灾,受灾人口 1.9 万人,近 200 间房屋受损,农作物受灾面积 2400 ha,直接经济损失 1500 余万元。下面就以其为例比较分析三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蒙古气旋和冷锋。本文以 T639、ECMWF 及日本模式 4 月 22 日 20 时的海平面气压零场和对应的 96 小时预报场进行检验分析(如图 5)。

4 月 22 日 20 时,蒙古气旋位于蒙古国中部,中心气压 985 hPa;冷锋位于内蒙古西部至新疆天山一带;锋后冷高压中心强度达到 1030 hPa。强大的冷气团和锋前强暖平流造成斜压发展,导致锋区附近形成较大的气压梯度,冷锋后部出现地面强风,从而引发了此次沙尘天气过程。从图 4 可见,三个模

式的零场中自蒙古国西部至新疆天山一带均存在较大的气压梯度,且冷高压位置非常一致,表明模式对冷空气和造成强风的地面气压梯度的表征较为准确。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压中心位置和强度的预报与其各自的零场比较接近,略有偏差,但是能够指示上述地区将有沙尘天气发生。ECMWF 和 T639 模式预报的

蒙古气旋中心强度均有所偏弱;日本模式预报的海平面气压梯度与零场更为接近,因此对于此次沙尘天气强度预报的效果最好。然而,根据之前对模式预报的沙尘天气过程的评估发现,由于沙尘天气个例不同,各模式对其的预报性能差异较大,结合之前的相关评估工作可见^[1-2],上述三个模式对沙尘过程的预报各有优劣。

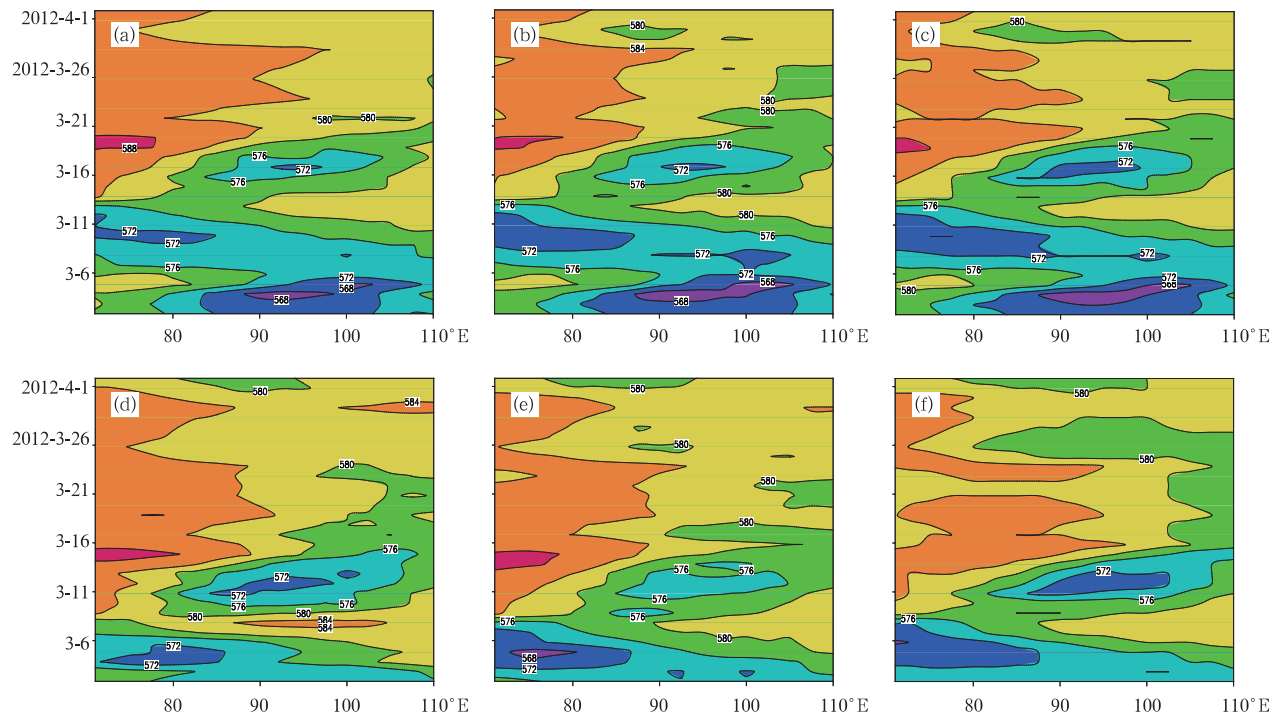


图 4 2012 年 3 月 T639(a,d)、ECMWF(b,e)及日本模式(c,f)沿 25°N 的 500 hPa 高度零场(a,b,c)和对应的 120 小时预报(d,e,f)的时间-经度演变图

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 from March 2012

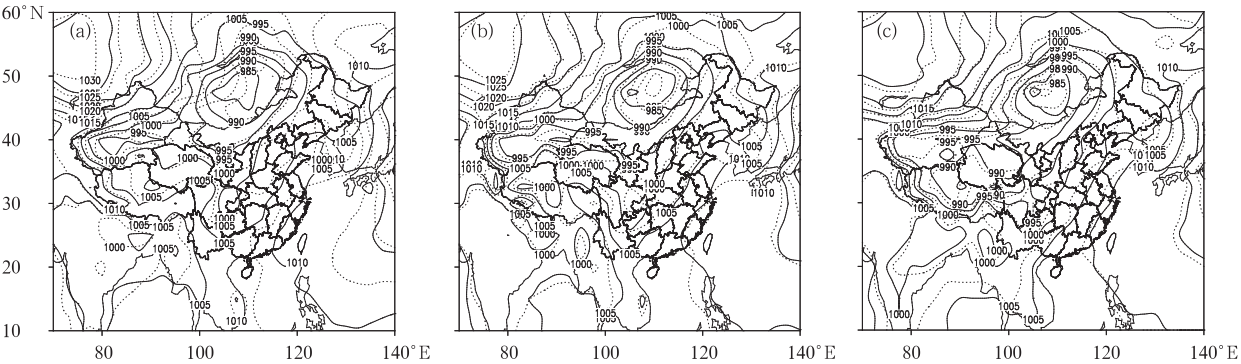


图 5 2012 年 4 月 22 日 T639(a)、ECMWF(b)及日本模式(c)海平面气压实况分析(实线)和对应的 96 h 预报场(虚线)

Fig. 5 The 00 h (solid line) and 96 h (dashed line) sea level pressure distributions obtained from T639 (a), ECMWF (b) and Japan (c) models on 22 April 2012 (unit: hPa)

4 结 语

(1)三种模式对 2012 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,能比较准确地反映出亚洲中高纬度地区大尺度环流的调整和演变过程,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。

(2)对于 500 hPa 平均位势高度场的预报,三家模式对中高纬度地区的资料同化能力大致相当。但是相比较而言,ECMWF 预报的结果与零场更为吻合。

(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 温度的预报效果最好,但其对

降温过程出现的最低温度有预报不足的缺点;日本模式预报结果次之,其对北方地区气温预报表现较好。

(4)对于 2012 年 4 月 22—23 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。相比之下,日本模式对此次沙尘天气的预报具有更明确的指示意义,这与之前的评估结果一致^[3]。

参考文献

[1] 王超. 2008 年 3—5 月 T213、ECMWF 及日本模式中中期预报性能检验[J]. 气象,2008,34(8):112-118.
[2] 蔡芎宁. 2010 年 3—5 月 T639、ECMWF 及日本模式中中期预报性能检验[J]. 气象,2010,36(8):106-110.
[3] 蔡芎宁. 2011 年 3—5 月 T639、ECMWF 及日本模式中中期预报性能检验[J]. 气象,2011,37(8):1026-1030.