

张亚妮,张金艳, 2010 年 12 月至 2011 年 2 月 T639 与 ECMWF 及日本模式中期预报性能检验[J]. 气象,2011,37(5):633-638.

# 2010 年 12 月至 2011 年 2 月 T639 与 ECMWF 及日本模式中期预报性能检验<sup>\*1</sup>

张亚妮 张金艳

国家气象中心,北京 100081

**提 要:** 文章对 2010 年 12 月至 2011 年 2 月 T639、ECMWF(文中简称 EC)及日本(文中简称 JP)数值模式的中期预报产品进行了对比分析和检验。结果表明:三家模式对大尺度环流形势演变和调整及对 850 hPa 温度变化都有较好的预报能力。比较而言,随预报时效延长 EC 模式对北方地区 850 hPa 温度的预报性能最好,而对南方地区,JP 模式标准误差最小。在南方地区,三家模式温度预报场与零场的相关系数较北方地区偏低。对南支槽系统,JP 模式预报的强度偏强,EC 模式效果最好。三家模式对地面冷高压的预报均偏弱,且 EC 和 T639 模式误差的大值区出现在高压后部。

**关键词:** T639 模式, ECMWF 模式, JP 模式, 中期预报性能, 天气学检验

## The Performance Verification of Medium-Range Forecast for T639 and ECMWF and Japan Models from Dec. 2010 to Feb. 2011

ZHANG Yani ZHANG Jinyan

National Meteorological Centre, Beijing 100081

**Abstract:** The performance of medium-range forecast is verified and compared for the models of T639, ECMWF and Japan from December 2010 to February 2011. The results show that the three models are capable of predicting the variation and adjustment of atmospheric circulation and temperature of 850 hPa successfully. In northern China, EC model has better performance than T639 and JP models in terms of predicting temperature at 850 hPa, whereas in southern China standard deviations for JP model are smallest. In southern China, correlation coefficients between initial fields and forecasts of 850 hPa temperature for the three models are all lower than those in northern China. In forecasting of south branch trough, the forecasts of JP model are stronger than its initial fields and the performance of EC model is the best. The models all predict the weak surface anticyclone, and for T639 and EC models the errors are mainly located in the northwest of the anticyclone.

**Key words:** T639 model, ECMWF model, JP model, the performance of medium-range forecasting, synoptic verification

### 1 天气气候概况

2010 年 12 月至 2011 年 2 月,全国平均气温为一 4.4 °C,较常年同期偏低 0.2 °C。其中,1 月除青藏高原和黑龙江西北部外,全国大部分地区气温明显偏低,新疆北部、内蒙古西部、贵州和广西大部气温偏低 4 °C 以上。12 月和 2 月全国大部地区气温

接近常年同期或偏高<sup>[1]</sup>。

全国平均降水量为 37.6 mm,基本接近常年同期(38.2 mm)。其中,12 月全国平均降水量较常年同期偏多,内蒙古、新疆和黑龙江降水量为 1961 年以来最多。1 月和 2 月降水偏少,华北、黄淮气象干旱持续发展,2 月底得到有效缓解。

2010 年 12 月至 2011 年 2 月主要有 9 次冷空气过程影响我国,其中有两次全国性强冷空气过程

\* 2011 年 3 月 30 日收稿; 2011 年 4 月 20 日收修定稿

第一作者:张亚妮,主要从事中短期天气预报工作. Email: zhangyn@cma.gov.cn

(2010 年 12 月 11—16 日和 2011 年 2 月 7—14 日), 一次南方强冷空气过程(2011 年 2 月 25—28 日)。1 月我国南方地区持续低温, 出现 4 次较强的雨雪冰冻天气过程。

## 2 资料

本文所用资料为 2010 年 12 月至 2011 年 2 月 T639、EC 及 JP 模式 20 时(北京时)实况分析场和中期时效预报场, 主要包括该三个模式的 500 hPa 高度、850 hPa 温度、海平面气压等。T639 模式的水平分辨率为  $1.125^{\circ} \times 1.125^{\circ}$ , EC 和 JP 模式为  $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ 。为了方便对比分析, 利用样条插值将 T639 模式资料插值为  $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ 。

## 3 模式中后期预报性能检验

### 3.1 亚洲中高纬环流形势预报检验

冬季北半球对流层中层是以极地低压为中心的环绕纬圈的西风环流, 整个中国地区都在西风环流控制之下。西风带环流主要有纬向环流型和经向环流型两大类, 为了定量描述西风带的环流特征, 一般采用西风指数, 盛行纬(经)向环流时称高(低)指数。因此, 可以通过检验西风指数来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。图 1 给出的是 2010 年 12 月至 2011 年 2 月三家模式对西风指数不同时效预报场与零场的相关系数, 发现在 120 小时内, 三家模式相关系数均达 0.95 以上, 对大尺度环流预报的差异不大。随着预报时效的延长, 各家模式误差均加大, 尤其是 168 小时以后, T639 模式的预报误差显著加强, EC

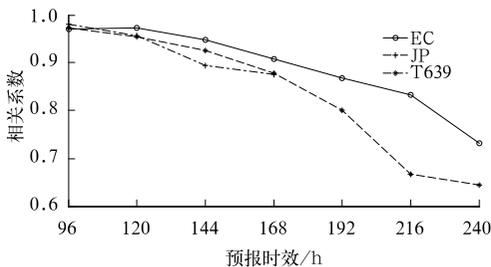


图 1 2010 年 12 月 1 日至 2011 年 2 月 23 日三家模式对西风指数的预报与零场的相关系数随预报时效的变化  
实线为 EC 模式, 虚线为 T639 模式, 点划线为 JP 模式  
Fig. 1 Correlation coefficients between initial westerly index and forecasting fields for the three models from December 1, 2010 to February 23, 2011

模式相对好一些。

根据以往数值模式检验结果<sup>[2-4]</sup>, 三家模式对西风指数的 96 小时和 120 小时预报效果差异不大, 这里给出 144 小时的预报情况(图 2)。由预报场随时间的演变曲线可以看出, 尽管高频扰动明显增强, 预报误差增大, 模式不稳定性增强, 但是由于扰动振幅相对较小, 高低指数转换的总趋势仍清晰可见, 表明在 144 小时时效三家模式对大尺度环流形势演变和调整仍具有较强的预报能力。EC 模式预报与零场最为接近, 扰动振幅相对较小。当预报时效为 192 小时时, 扰动振幅明显增强, 尤其是 T639 模式(图略), 最大振幅可达 300 dagpm, 接近 2010 年 12 月底至 2011 年 1 月初零场的高低指数转换振幅, 模式的预报能力显著减弱。从趋势的拟合来看, 三家模式对极值的预报多数情况下存在其振幅偏小的情况, T639 模式偏小最明显。但对于 2010 年 12 月

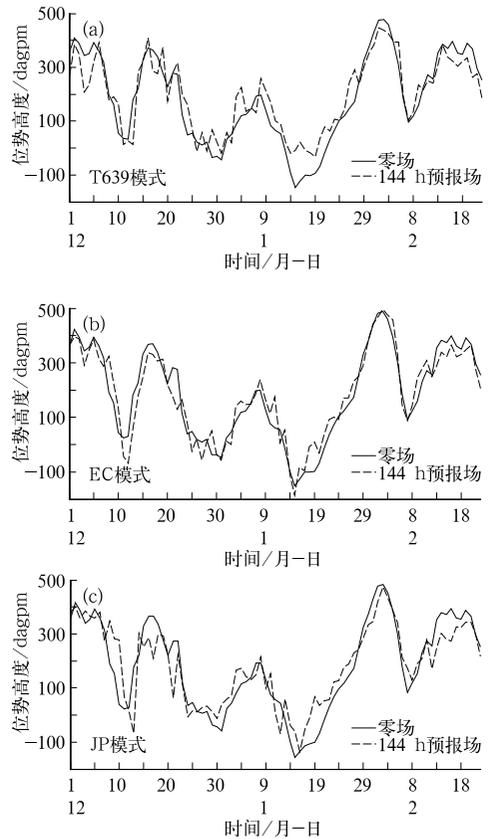


图 2 2010 年 12 月至 2011 年 2 月不同模式西风指数零场(实线)及对应的 144 小时预报(虚线)逐日演变(单位: dagpm)  
Fig. 2 The daily evolution of initial westerly index (solid line) and 144 h forecasting (dashed line) for different models from December 2010 to February 2011 (unit: dagpm)

10 日左右的低指数,三家模式预报的振幅均偏大,且位相存在 1~2 天的滞后。

总体上,对大尺度环流形势演变和调整的预报,三家模式在 144 小时时效上仍具有较强的预报能力。随着时效的延长,高频扰动振幅增强,模式趋于不稳定。

### 3.2 850 hPa 温度变化趋势的预报检验

冬季冷空气活动频繁,温度变化剧烈,地面降温预报是冬季灾害性天气预报的重要部分。由于 850 hPa 温度对地面温度的预报有很好的指示意义,了解和掌握数值模式 850 hPa 温度预报性能对提高预报水平有重要作用。本文选取两个格点(北方:40°N、117.5°E;南方:25°N、115°E)分别代表北方地区和南方地区<sup>[2-3]</sup>进行 850 hPa 温度检验。

图 3 是不同模式 850 hPa 温度 120 小时预报与零场的时间演变,发现在 2010 年 12 月下旬至 2011

年 1 月中上旬期间,T639 模式(图 3a)对南方代表格点 850 hPa 温度的预报振幅偏弱,对北方代表格点 850 hPa 温度预报明显偏低。除此之外,尽管 2010 年 12 月至 2011 年 2 月冷空气活动较为频繁,温度起伏多变,但三家模式对南、北方代表格点 850 hPa 温度趋势预报基本与零场一致。对 2010 年 12 月 11—16 日和 2011 年 2 月 7—14 日的两次全国强冷空气过程,三家模式都能准确把握。这些均表明模式对温度趋势变化具有较好的预报性能和参考价值。

通过对预报结果的对比分析发现,三家模式存在一些差别。EC 模式(图 3b)对南、北方 850 hPa 温度的预报整体略偏高,对弱的降温过程有较强的预报能力。T639 模式对北方 850 hPa 温度预报整体偏低,对南方一些弱的降温过程的预报能力偏弱。JP 模式(图 3c)对北方 850 hPa 温度预报整体偏低,对南方 850 hPa 温度预报偏高的情况多一些。

前面讨论了 120 小时时效的预报情况,为了对其他时效各家模式的预报性能有所了解,图 4 给出了三家模式 850 hPa 温度预报场的标准误差。发现在北方(图 4a),EC 模式预报效果最好,144 小时时效以内标准误差小于 3 °C;T639 模式预报较为逊色,整个中期时段标准误差均大于 3 °C。在南方地区(图 4b),JP 模式标准误差最小,三家模式标准误差较北方地区均减弱。通过计算相关系数(图 5)发现,三家模式在南

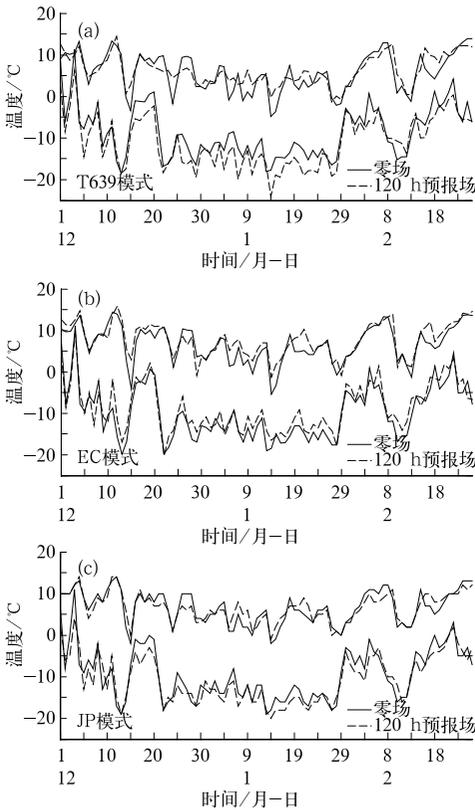


图 3 2010 年 12 月至 2011 年 2 月不同模式 850 hPa 温度零场(实线)及对应的 120 小时预报(虚线)逐日演变(单位: °C)

Fig. 3 The daily evolution of initial temperature (solid line) and 120 h forecasting (dashed line) at 850 hPa for different models from December 2010 to February 2011 (unit: °C)

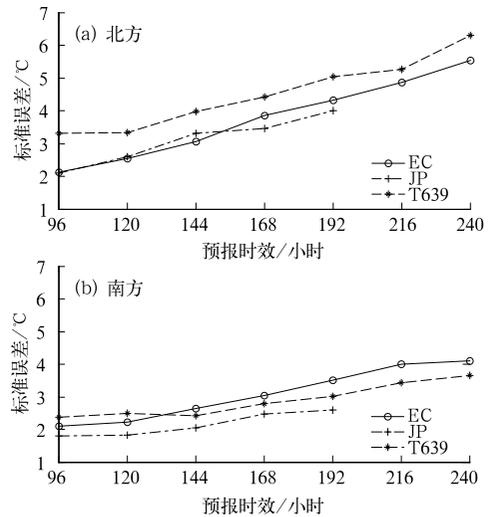


图 4 2010 年 12 月 1 日至 2011 年 2 月 27 日三家模式 850 hPa 温度预报场的标准误差随预报时效的变化(单位: °C)

Fig. 4 Standard deviations of forecasting temperature at 850 hPa for different models from December 1, 2010 to February 27, 2011 (unit: °C)

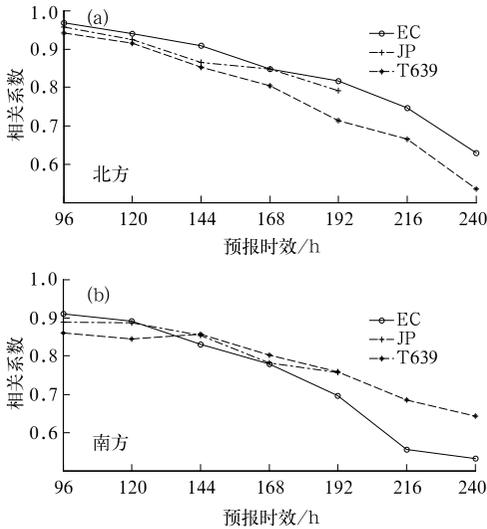


图5 2010年12月1日至2011年2月27日三家模式850 hPa温度预报与零场的相关系数随预报时效的变化

Fig. 5 Correlation coefficients between initial temperature and forecasting fields at 850 hPa for different models from December 1, 2010 to February 27, 2011

方地区的相关系数明显小于北方,尤其是96小时和120小时时效。表明在北方地区,各家模式对850 hPa温度趋势的预报能力较南方地区好,但相对零场的偏差较大(图3)。另外发现,在南方从144小时开始,

EC模式相关系数(标准误差)显著减小(增大),且小于(大于)T639模式,表明在南方地区,预报时效较长时T639模式的预报性能好于EC模式。

### 3.3 南支槽的预报检验

2011年1月,我国南方地区出现了大范围低温雨雪冰冻天气,给交通、电力、农业和人民生活等方面带来了很大影响。冰冻天气一个重要的影响系统是南支槽,槽前强劲的西南暖湿气流为持续的雨雪天气提供能量和水汽条件。这里取 $80^{\circ}\sim 115^{\circ}\text{E}$ 范围内 $25^{\circ}\text{N}^{[3]}$ 500 hPa高度场表征南支槽的活动情况,并选取120小时预报场进行检验。

由图6可以看出,2011年1月有4次南支槽东移过程,第二次和第三次持续时间长,且强度强,各家模式对4次过程的预报整体上讲都比较成功,但仍然存在偏差与不足。对第二次过程,T639模式120小时预报(图6d)的南支槽较零场(图6a)略偏强;EC模式(图6b、图6e)略偏弱;JP模式(图6c、图6f)明显偏强。对第三次过程,T639模式120小时预报的南支槽移速较零场偏慢,且强度偏弱;EC模式略偏弱;JP模式显著偏强。综上所述,EC模式的预报效果最好,JP模式的预报明显偏强,T639模式较不稳定,误差因过程而异。

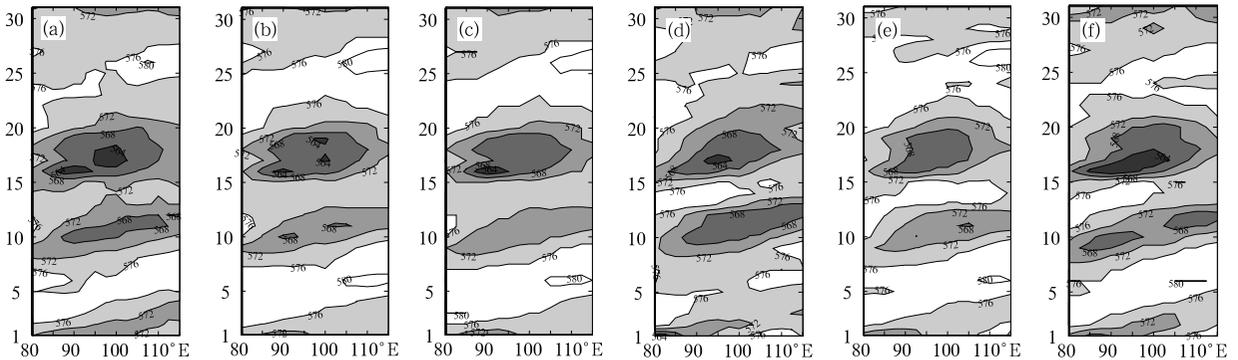


图6 2010年12月至2011年2月不同模式 $25^{\circ}\text{N}$ 500 hPa高度零场(a,b,c)

和120小时预报场(d,e,f)的时间-经度演变(单位:dagpm)

(a) T639零场, (d) T639预报场, (b) EC零场, (e) EC预报场, (c) JP零场, (f) JP预报场  
阴影表示小于576 dagpm

Fig. 6 The time-longitude cross sections of initial (a,b,c) and forecasting (d,e,f) fields of 500 hPa geopotential height at  $25^{\circ}\text{N}$  for different models from December 2010 to February 2011 (unit: dagpm)

(a) initial and (d) forecasting fields for T639, (b) initial and (e) forecasting fields for EC, (c) initial and (f) forecasting fields for JP

The regions with geopotential height less than 576 dagpm are shaded

### 3.4 地面高压的预报检验

虽然2010年12月至2011年2月影响我国的冷空气过程较频繁,但大多数为中等强度冷空气过

程。下面选取2010年12月11—16日全国强冷空气过程对各模式预报的地面冷高压进行对比检验分析。

表1是冷高压中心强度零场、120小时预报及

误差的逐日变化,发现三家模式预报均偏弱,这与以前的检验分析结果一致<sup>[2-4]</sup>。当地面高压达到最强时,T639 模式和 EC 模式误差突然增大,EC 模式更突出。T639、EC 和 JP 模式 120 小时预报的标准差分别为 4.97、10.31 和 7.52 hPa,说明 T639 模式对高压强度的预报效果最好,JP 模式次之。由于 14 日地面高压达到最强(表 1),下面选取 14 日进行分析(图 7)。

由图 7 可以看出,三家模式对地面高压的 120 小时预报均比零场偏弱,EC 模式(图 7d)误差最大,T639 模式(图 7b)次之,且 EC 和 T639 模式误差大值区出现在高压的后部,这可能与模式预报的冷空气移速偏快有关。

表 1 2010 年 12 月 11—16 日全国性强冷空气过程不同模式 20 时地面高压中心强度零场与 120 小时预报场及预报误差(单位: hPa)

Table 1 The strength of initial and 120 h forecasting fields at the center of surface high pressure and errors for different models from December 11 to 16, 2010 (unit: hPa)

	T639 模式			EC 模式			JP 模式		
	零场	预报	误差	零场	预报	误差	零场	预报	误差
11 日	1047	1044	-3	1048	1045	-3	1047	1039	-8
12 日	1051	1050	-1	1053	1051	-2	1051	1048	-3
13 日	1060	1058	-2	1062	1060	-2	1061	1052	-9
14 日	1064	1058	-6	1070	1054	-16	1068	1058	-10
15 日	1051	1044	-7	1058	1045	-13	1057	1048	-9
16 日	1036	1043	7	1046	1032	-14	1033	1035	-2
标准差	/	/	4.97	/	/	10.31	/	/	7.52

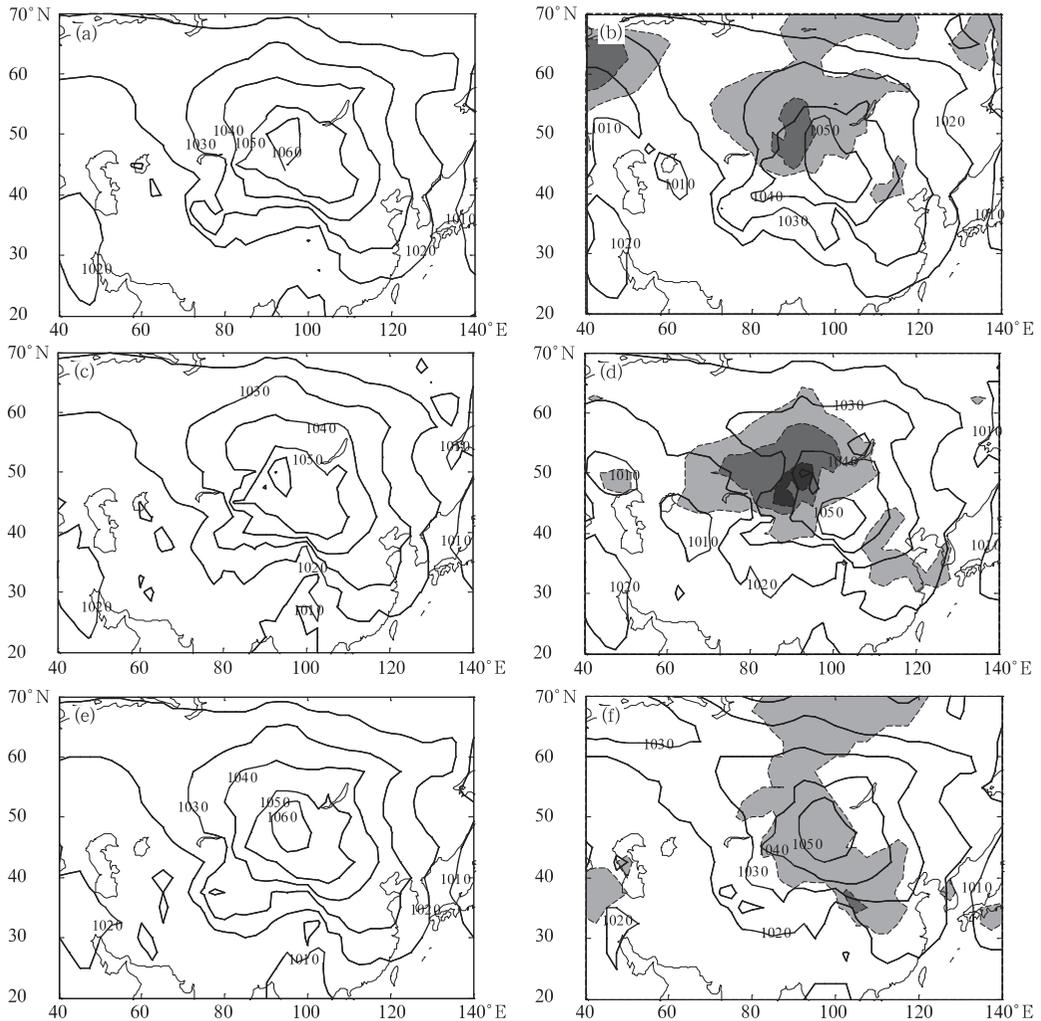


图 7 2010 年 12 月 14 日 20 时不同模式海平面气压零场(a,c,e)与 120 小时预报及偏差(b,d,f) (a,b) T639 模式, (c,d) EC 模式, (e,f) JP 模式

阴影为误差小于等于-5 hPa 的区域且间隔为 5 hPa(单位: hPa)

Fig. 7 The initial (a, c, e) and 120 h forecasting (b, d, f) fields and errors of sea level pressure for different models at 20 December 14, 2010

(a,b) T639, (c,d) EC, (e,f) JP

The regions with errors less than -5 hPa are shaded and the contour interval is 5 hPa (unit: hPa)

总之,对地面高压强度来说,T639 模式误差最小,EC 模式误差最大。从 14 日 20 日 120 小时预报误差分布来看,JP 模式预报效果最好,T639 模式次之。

### 4 小 结

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

(1) 对大尺度环流形势演变和调整的预报,三家模式在 144 小时时效上仍具有较强的预报能力,EC 模式预报效果最好。随着时效的延长,高频扰动明显增强,模式预报性能降低。

(2) 三家模式 120 小时时效基本能准确预报 850 hPa 温度趋势变化,EC 模式预报略偏高,T639 和 JP 模式对北方温度预报偏低。从整个中期时段看,三家模式在北方地区对 850 hPa 温度趋势的预报性能强于南方地区,但相对零场的偏差较大。

(3) 对 2011 年 1 月南支槽的 4 次东移过程,三家模式预报均比较成功。EC 模式的预报效果最好,JP 模式预报的槽强度偏强,T639 模式误差因过程而异。

(4) 在地面冷高压中心强度预报方面,三家模式均偏弱,T639 预报与零场最接近,EC 模式误差最大。从对地面高压预报误差的水平分布看,JP 模式预报效果最好,EC 和 T639 模式误差大值区出现在高压的后部,反映出模式对冷空气移速的预报偏快。

### 参考文献

- [1] 国家气候中心. 2010 年 12 月份气候影响评价[OL]. <http://ncc.cma.gov.cn>
- [2] 田伟红. 2007 年 12 月至 2008 年 2 月 T213 与 ECMWF 及日本模式中期预报性能检验[J]. 气象,2008,34(5):101-107.
- [3] 牛若芸. 2008 年 12 月至 2009 年 2 月 T639 与 ECMWF 及日本模式中期预报性能检验[J]. 气象,2009,35(5):112-119.
- [4] 李勇. 2009 年 12 月至 2010 年 2 月 T639、ECMWF 及日本数值模式中期预报性能检验[J]. 气象,2010,36(5):108-113.



#### 航空气象业务(现代气象业务丛书)

周建华 主编

《航空气象业务》是《现代气象业务丛书》中的一分卷,系统地介绍了航空气象的基本理论、民用航空气象的业务体系以及主要业务平台和业务流程。该分卷既是业务工作的基本指南,也是一本专业教材,是航空气象培训的必备工具。

该书适合民航气象人员、飞行员、签派员、管制人员的培训教材;也可以作为管理人员了解航空气象的资料,还可以作为气象同行了解航空气象业务的素材。

16 开 定价: 45.00 元

#### 群落生态学

李振基 等编著

该书系统地论述了群落生态学的原理和方法。全书共 14 章,重点论述了群落生态学的基本理论、群落的结构和外貌、群落的过程和功能、群落的分类和特征,以及群落生态学的研究方法和最新进展。本书不仅对传统的群落生态学理论进行了详细论述,还大量引用最新的研究成果,反映当前群落生态学发展的趋势。

该书适合从事生物学、生态学、地理学、环境科学和自然保护等专业的科研和教学人员阅读,可作为高等院校相关专

业的教材和教学参考书。

16 开 定价: 42.00 元

#### 旅游行业气象服务效益评估(2010)

陈振林 等主编

该书全面介绍了 2010 年全国旅游行业气象服务效益评估工作的内容、方法和基本结论,深入分析评估了我国旅游行业气象服务的经济效益、敏感要素和基本需求。书中的内容为气象部门深入开展旅游气象服务提供了基础数据和借鉴,对于了解我国旅游气象服务现状和发展前景也具有重要的参考价值。该书可供气象和旅游工作者参考。

16 开 定价: 15.00 元

#### 电力行业气象服务效益评估(2010)

陈振林 等主编

该书全面介绍了 2010 年全国电力行业气象服务效益评估工作的内容、方法和基本结论,深入分析评估了我国电力行业气象服务的经济效益、敏感要素和基本需求。书中的内容为气象部门深入开展电力气象服务提供了基础数据和借鉴,对于了解我国电力气象服务现状和发展前景也具有重要的参考价值。该书可供气象和电力工作者参考。

16 开 定价: 15.00 元