

符娇兰. 2011 年 9—11 月 T639、ECMWF 及日本模式中期预报性能检验[J]. 气象, 2012, 38(2): 238-243.

2011 年 9—11 月 T639、ECMWF 及日本模式 中期预报性能检验^{*}

符娇兰

国家气象中心, 北京 100081

提 要: 文章对 2011 年 9—11 月 T639、ECMWF 及日本模式的中期预报产品的预报性能进行了检验分析。结果表明: 三家模式均对亚洲中高纬度环流形势以及副热带高压的调整和演变具有较好的预报性能。EC 模式对各系统及要素的预报最接近零场; 日本和 T639 模式次之。中期时效内, 各家模式对 850 hPa 温度具有较好的预报性能, 尤其是我国南方地区, 温度预报准确率高。对台风“纳沙”(Nesat)的路径及强度预报, 三家模式预报路径均存在不同程度的偏东, 强度偏弱, 预报稳定性较差。相比而言, EC 与日本模式预报误差较小, T639 模式预报相对较差。

关键词: T639 模式, ECMWF, 日本模式, 中期天气预报, 天气学检验

The Performance Verification of the Medium-Range Forecasting for T639, ECMWF and JAPAN Models from September to November 2011

FU Jiaolan

National Meteorological Centre, Beijing 100081

Abstract: Based on the model output data, the synoptic verification of the medium-range forecasting (larger than 72 h leading time) for T639, ECMWF and Japan operational models during the autumn of 2011 is conducted. The results show that the three models all have good performance on predicting the evolution of large-scale circulation, such as zonal index and subtropical high. As a whole, the forecasting ability of ECMWF is the best among all models. Meanwhile, all the three models have good performance on forecasting of temperature at 850 hPa, especially over southern China. With respect to forecasting of typhoon Nesat, all the forecasted tracks lie east of the initial position, and its center pressure is larger than that of initial field. Although the forecasting stability is not so good, the forecast standard errors of ECMWF and Japan models are still comparatively small.

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

1 9—11 月天气气候概况

2011 年秋季, 全国平均降水量为 131.9 mm, 较常年同期(120.3 mm)偏多 11.6 mm。其中西北地区东南部、华南南部、西南地区东北部、黄淮西部等地的部分地区降水量位于历史同期前列。陕西降水

量为 1961 年以来历史同期最多值, 河南、海南、重庆降水量均为 1961 年以来历史同期次多值。8 月西南等地普遍出现中到重度气象干旱, 进入秋季以来, 该地区多次出现降水, 部分地区气象旱情缓解或解除。

2011 年 9—11 月全国平均气温为 10.3℃, 比常年同期(9.2℃)偏高 1.1℃。其中 10 月与 11 月平

* 国家自然科学基金—青年科学基金项目(41105030)资助

2011 年 12 月 29 日收稿; 2012 年 1 月 10 日收修定稿

作者: 符娇兰, 主要从事灾害天气诊断及预报技术研究. Email: bluelilyfly@163.com

均气温均较历史同期温度偏高 1.0℃ 以上,分别为 1951 年以来的第 6 高值、第 3 高值。9 月下旬至 10 月上旬,有 2 个热带气旋登陆我国,其中“纳沙”是今年以来登陆我国最强的台风。

2 资 料

本文选取 2011 年 9—11 月 T639、ECMWF(简称 EC)及日本模式 20 时(北京时)零场和中期时效(96~240 小时)预报场资料,利用各模式的 500 hPa 高度场、850 hPa 温度场以及海平面气压场对模式中中期预报性能进行了检验分析。三家模式资料分辨率均为 2.5°×2.5°经纬网格。日本模式最大预报为 168 小时。由于日本模式缺少副热带高压西伸脊点、850 hPa 温度的预报数据,因此对该模式相关内容不作检验分析。

3 三家模式中中期预报性能检验

3.1 亚洲地区中高纬环流形势预报检验

中高纬度大气环流总是纬向环流与经向环流相互交替出现,常表现为西风分量的强弱变化^[1]。西风指数可以定量描述中高纬度大尺度环流系统的调整与演变,是中期天气预报的常用指标。因此,对西风指数进行检验可以获悉数值模式对中高纬度环流形势的预报性能。图 1 为三家模式中中期时效内预报场与零场的相关系数随预报时效的变化曲线。可以看出,三家模式 96~120 小时的预报场与零场相关系数均达到 0.9 以上。随着预报时效延长,相关系数逐渐减小,表明模式预报性能逐渐下降。其中 T639 模式减小最快,168 小时以后相关系数小于 0.5,而 EC 模式 240 小时内相关系数均大于 0.5。总体而言,EC 模式预报性能最佳,日本模式次之,T639 模式预报相对较差。各家模式预报性能较张亚妮等的分析^[1]略差,这很有可能与秋季是过渡季节,大气环流处于调整阶段,变化幅度大、频次高有关。

以往检验结果表明:三家模式对西风指数的 96 小时、120 小时等预报效果差异不大^[2-3]。根据图 1 相关系数演变特征也可以看出,144 小时以内模式预报性能随时效延长变化较小,从 168 小时开始预报误差增长明显。因此本文对 168 小时的预报性能进行分析。模式零场显示(图 2)有 4 次高指数向低

指数调整的过程,10 月中旬至 11 月上旬位于高指数位相,表明中高纬度环流以纬向型环流为主,冷空气不够活跃,这也是导致 10—11 月异常高温天气产生的重要环流因素之一。进入 11 月中旬,西风指数出现明显下调,从而不断有冷空气南下影响我国。三家模式对调整过程均有一定的预报能力,但预报的低指数普遍较零场偏小,最低指数出现的时间较零场均出现不同程度的滞后。而对于 10 月中旬至 11 月上、下旬的高指数,由于存在较多高频扰动,三家模式预报误差相对较大,尤其是对于高指数背景下的小幅调整预报较零场明显偏强,T639 模式表现更为明显。

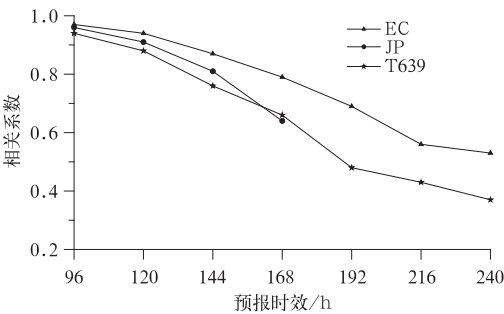


图 1 2011 年 9 月 1 日至 11 月 30 日三家模式
西风指数预报场与零场的相关系数
随预报时效的变化
(三角连线为 EC 模式,实心连线为
日本模式,五角星连线为 T639 模式)
Fig. 1 Time series of correlation coefficients
between forecasting fields and initial fields of
zonal index for the three models from 1
September to 30 November 2011
(The triangle line, solid circle line, and
star line represent ECMWF, Japan,
and T639 models, respectively)

总体而言,三家模式 168 小时仍对中高纬度大尺度环流调整具有较强的预报能力,但对于幅度较小的调整预报则相对较差。随着预报时效延长,模式对于环流调整的预报能力明显下降,甚至出现零场与预报场反位相的情况(图略)。

3.2 西北太平洋副热带高压预报检验

秋季是夏季风向冬季风转换的过渡季节^[4-5]。随着冬季风逐渐开始活跃,9 月份西北太平洋副热带高压开始南退,但副高强度仍然较强,一般呈纬向带状分布,其西脊点比盛夏时期更为偏西,这是造成我国华西地区秋雨的重要环流特征。副高脊线、西

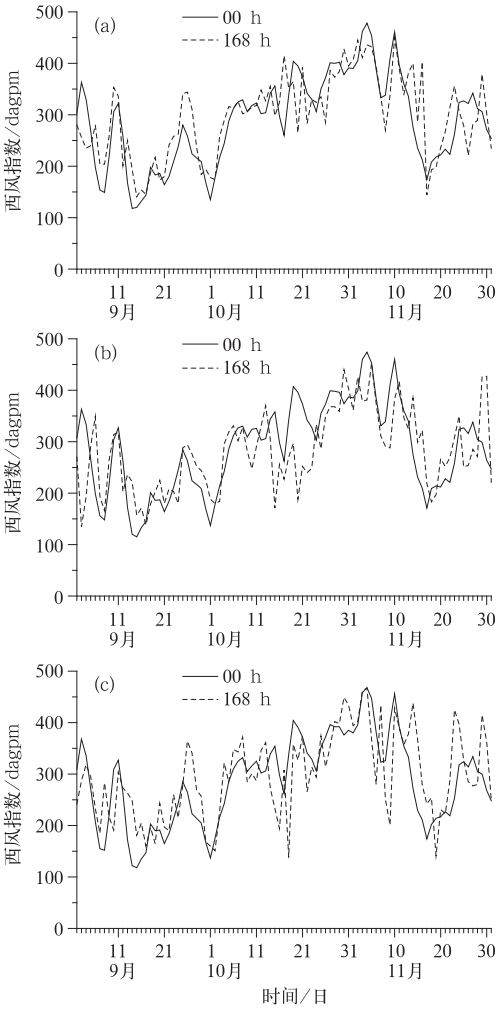


图 2 2011 年 9—11 月三家模式西风指数
零场(实线)及对应的 168 小时预报
(虚线)逐日演变(单位: dagpm)
(a)EC, (b)日本, (c)T639 模式

Fig. 2 The daily evolution of initial zonal index (solid line) and 168 h forecasting (dashed line) for the three models (a) EC, (b) Japan, and (c) T639 from 1 September to 30 November 2011 (unit: dagpm)

伸脊点等特征量常用来表征副热带高压的变动, 本文将对西脊点的预报进行检验, 进而评估各家模式对副热带高压的预报性能。

如图 3 所示, 9—11 月副高西伸脊点在 120°E 附近东西摆动, 9 月至 10 月中上旬副高位置明显偏西, 此时副高脊线位于 25~30°N 之间(图略), 副高主体控制江南和华南地区, 造成了该地区大范围的高温天气。与此同时, 副高西侧偏南气流有利于华西地区水汽的输送^[5], 华西秋雨区的北部地区等地

出现明显秋雨天气。副高脊线有 6 次西伸过程, 大部分西伸经度可至 100°E, 其中 10 月 10—12 日副高甚至西伸至 90°E 附近的位置。EC 模式 144 小时对 9—10 月副热带高压西伸东退调整过程预报与零场基本一致, 进入 11 月份, 模式预报西伸东退调整时间均较零场偏早(图 3a)。T639 模式对于副高西伸东退也具有一定的预报能力, 但是在时间与副高脊线位置均存在一定程度的偏差, 尤其是在 11 月中下旬, 预报偏差显著(图 3b)。

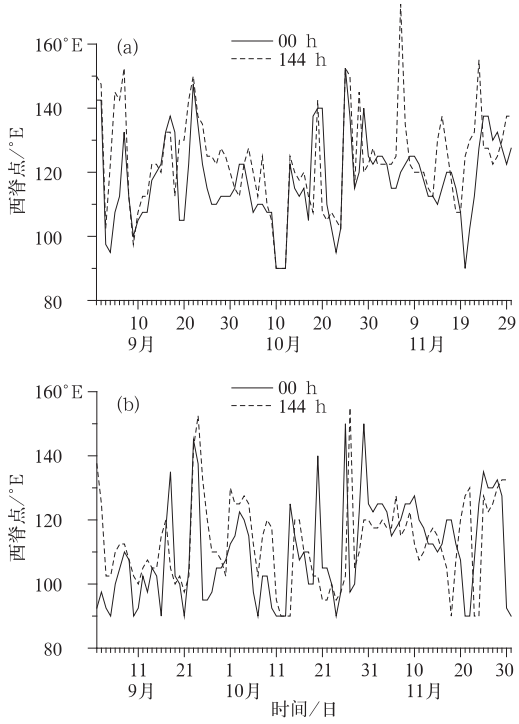


图 3 2011 年 9—11 月不同模式副热带
高压西伸脊点零场(实线)及对应的
144 小时预报(虚线)逐日演变(单位: dagpm)
(a)EC, (b)T639 模式

Fig. 3 The daily evolution of initial western end of subtropical high (solid line) and 144 h forecasting (dashed line) for the three models (a) EC, (b) Japan, and (c) T639 from 1 September to 30 November 2011 (unit: dagpm)

3.3 850 hPa 温度趋势检验

850 hPa 温度变化可用来表征冷暖空气的变化趋势, 对于地面温度预报具有很好的指示意义^[1]。对 850 hPa 温度预报进行检验, 对于评估数值模式要素预报的性能非常重要。本文将选取代表我国南方与北方的两个格点(北方: 40°N、117.5°E, 南方:

25°N,115°E)的温度序列进行分析^[6-7]。

总体上,两家模式(日本模式 850 hPa 温度资料不全,暂不做分析)对于我国北方地区的温度预报误差较为一致,120 小时内预报标准误差在 2℃左右,说明模式在中期时效内对于 850 hPa 温度仍然具有较好的预报能力。之后模式预报误差缓慢增加,最大误差约为 4.5℃(图 4a)。而对于我国南方地区温度的预报,两家模式相应的预报误差均较北方误差偏小,T639 模式预报误差较 EC 模式略大。整个中期时效内预报误差均在 3℃左右,尤其是 192 小时预报时效内误差仅有 2℃(图 4b)。表明两个模式对于我国南方地区温度预报的能力较强。模式对于 850 hPa 温度的预报能力与张亚妮等^[1]的分析较为一致,但是预报误差较之明显偏小,尤其是北方地区,这可能与季节有关,相比冬季,秋季冷空气相对

欠活跃,温度变化平稳,从而模式预报性能也可能要好一些。

以上给出了模式对于 850 hPa 温度预报的总体误差情况,接下来进一步分析模式对于冷暖变化过程的预报性能,由于 120 小时预报时效内误差在 2℃左右,这里重点分析 144 小时的预报情况(图 5)。进入秋季以来,冷空气开始活跃,先后共有 7 次冷空气过程。EC 模式对于我国南方地区冷空气的活动预报效果较好,T639 模式预报冷空气降幅以及最低温度出现的时间均与零场有一定的偏差。对于北方地区温度两家模式预报效果基本一致,对于 11 月中旬以前的冷空气活动把握较好。进入 11 月中下旬,由于冷空气活动频繁,势力较强,两家模式预报偏差均明显增大。

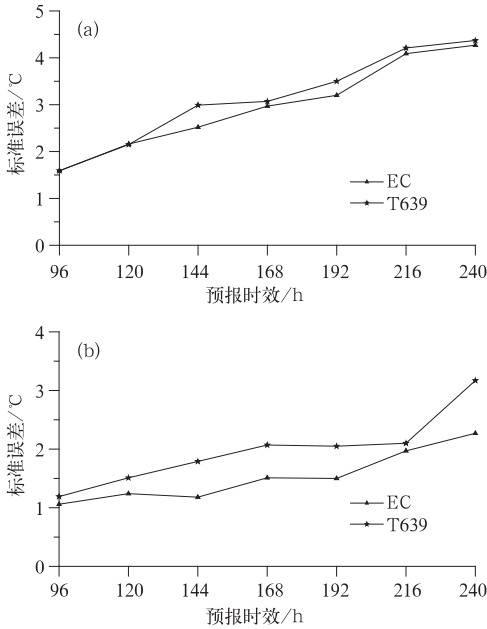


图 4 2011 年 9 月 1 日至 11 月 30 日 EC 与 T639 模式 850 hPa 温度预报标准误差随预报时效的变化(单位:℃)

(a)北方,(b)南方

(三角连线为 EC 模式,五角星连线为 T639 模式)

Fig. 4 Time series of forecasting standard error between forecasting fields and initial fields of temperature at 850 hPa for the ECMWF and T639 models from 1 September to 30 November, 2011 (unit: °C)

(a) northern China, (b) southern China

(The triangle line and star line represent ECMWF and T639 models, respectively)

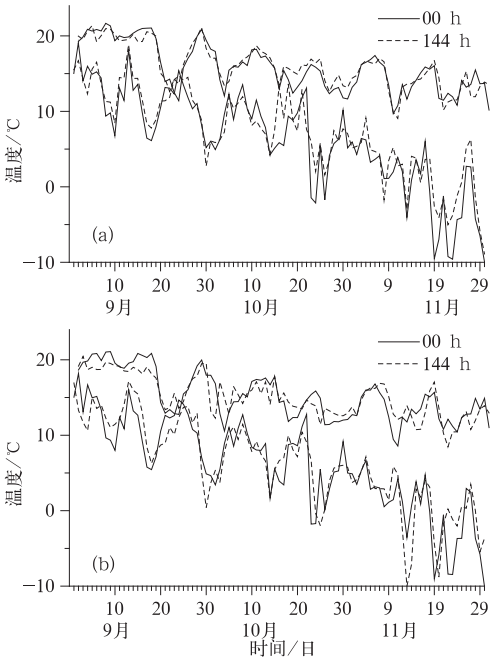


图 5 2011 年 9—11 月不同模式 850 hPa 温度零场(实线)及对应的 144 小时预报(虚线)逐日演变(单位:℃)

(a)EC, (b)T639

Fig. 5 Time series of the initial (solid line) and 144h (dashed line) forecasting temperature at 850hPa for the period of September to November 2011 (unit: °C)

(a)EC, (b)T639

3.4 热带气旋预报检验

2011 年 9—11 月共有 2 个热带气旋登陆我国,其中“纳沙”是今年以来登陆我国最强的台风。第

17 号强台风纳沙于 9 月 29 日 14 时 30 分在海南省文昌市沿海登陆,登陆时中心附近最大风力达 14 级,中心气压为 960 hPa。当日 21 时 15 分在广东省徐闻县沿海再次登陆,登陆时中心附近最大风力有 12 级,中心气压为 968 hPa。受其影响,海南和两广南部出现大风、强降水等灾害性天气。下面利用 120 小时海平面气压来对三家模式热带气旋的中期预报性能进行检验。

图 6 分别为 27—29 日热带气旋海平面气压分布。可以看出,27 日热带气旋位于菲律宾东北部海域,EC 与日本模式预报较零场偏东,强度偏弱,T639 模式预报气旋明显偏东,路径误差在 1000 km 以上。28 日,台风纳沙进一步西行至南海中北部地区,EC 模式预报强度与零场基本一致,路径仍然偏

东偏北;日本模式预报误差较 27 日有所增加,预报强度明显较零场偏弱,位置偏东;T639 模式路径和强度误差均较大。29 日 20 时,“纳沙”强度进一步加强,且有北上的移动趋势,三家模式预报均较零场中心气压偏大;EC 模式预报气旋路径位置偏东;日本预报偏东偏南;T639 模式预报的路径明显偏东。

为了进一步了解模式中后期时效内对台风预报性能的演变情况,本文对 29 日 20 时“纳沙”预报误差进行了分析。因为模式资料有限,本文利用气旋中心气压所在位置来对气旋进行定位,从而可以进一步分析路径误差。可以看出,三家模式大部分预报时效对“纳沙”中心气压预报偏大,即预报气旋强度较实况偏弱。随预报时效延长,预报气旋强度较零场误差有增大的趋势,但是主要以波动变化为主,说

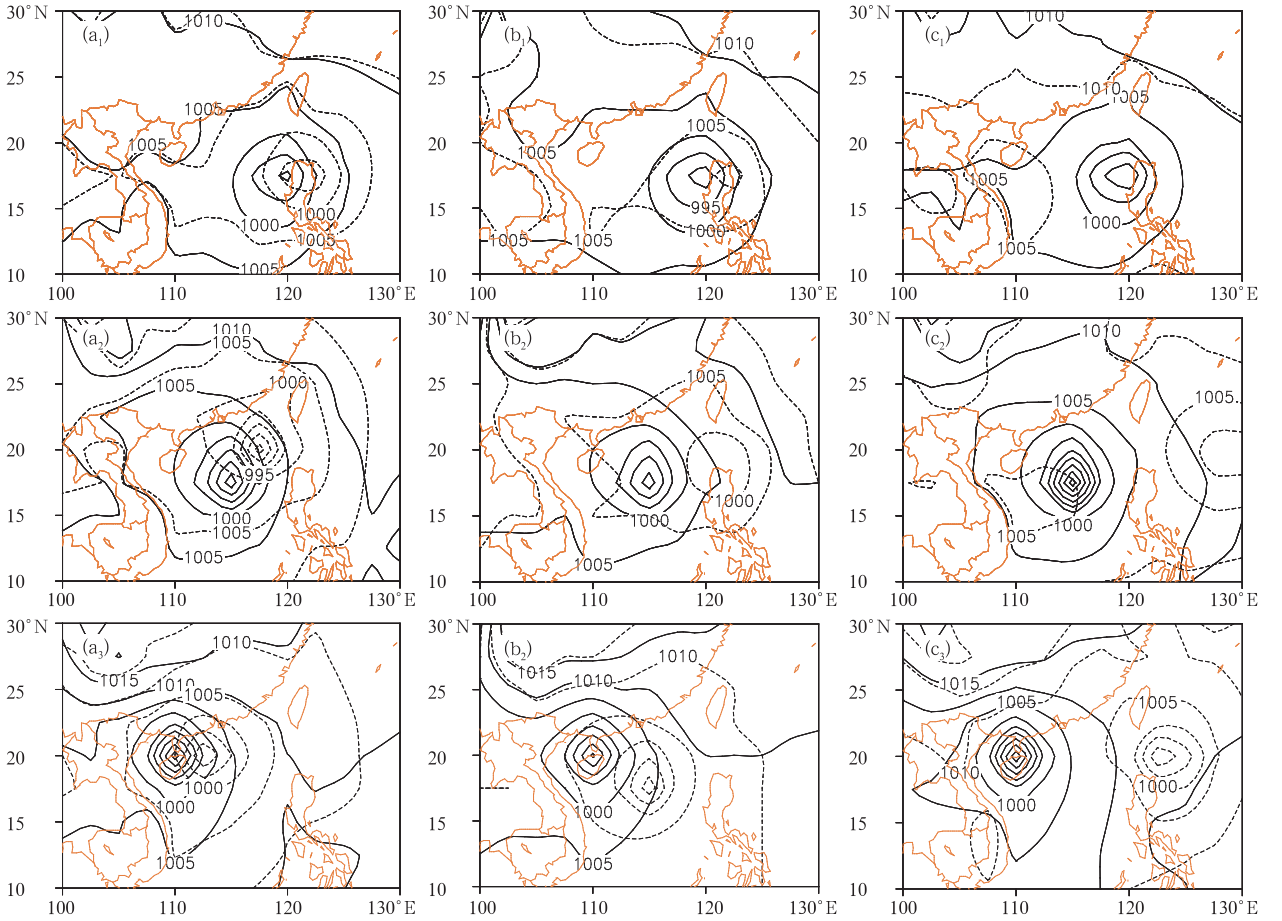


图 6 2011 年 9 月 27、28 和 29 日 20 时 ECMWF(a)、日本(b)及 T639 模式(c)海平面气压(单位:hPa) 零场(实线)及 120 小时预报场(虚线)(每列图从上至下依次为 27、28 和 29 日)

Fig. 6 The distributions of the initial field (solid line) and 120 h forecasting field (dashed line) of sea surface pressure (unit: hPa) at 20:00 BT 27 (upper panel), 28 (middle panel), and 29 September, 2011 (lower panel) for ECMWF (a), Japan (b), and T639 models (c)

明模式对于热带气旋强度预报的稳定性较差。总体而言,EC 与日本模式强度预报误差较小。而对于路径预报,中期时效内 EC 模式误差最小,尤其是 96、120 小时预报误差为 250 km,最大误差为 560

km;日本模式最小误差为 360 km,最大误差为 750 km;T639 模式预报误差最大,中期时效内路径误差在 1000 km 以上。

表 1 三家模式对 9 月 29 日 20 时“纳沙”预报的标准误差

Table 1 Forecasting standard error for typhoon Nesat of the three models at 20:00 BT 29 September 2011

预报时效/h	ECMWF 模式预报误差		T639 模式预报误差		日本模式预报误差	
	中心气压值/hPa	气旋路径/km	中心气压值/hPa	气旋路径/km	中心气压值/hPa	气旋路径/km
96	—13.59	250.85	15.44	1003.39	3	367.57
120	13.34	250.85	14.94	1254.23	8	573.62
144	6.79	560.83	17.3	1749.34	17	752.54
168	14.39	501.69	30.19	1505.08	15	367.57
192	21.79	250.85	27.54	1023.08	/	/
216	15.91	501.69	22.41	752.54	/	/
240	16.26	752.54	13.67	1749.34	/	/

4 小 结

本文对 T639、ECMWF 和日本模式的大尺度环流特征、温度要素以及台风等中期预报性能进行了检验,得到如下结论:

- (1) 对于大尺度中高纬度环流系统的调整过程,各家模式在中期时效内仍然具有较高的预报能力,尤其是在 168 小时预报时效内。但对于环流系统的小幅扰动变化预报误差较大。此外,由于秋季处于调整阶段,大尺度环流变化幅度大、频次高,模式预报性能相对较差。
- (2) 各家模式在 144 小时预报时效内对于副热带高压西伸东退的调整过程具有较高的预报能力。但在调整时间与脊线位置上存在一定的偏差,T639 模式表现尤为明显。
- (3) 中期时效内,EC、T639 模式对 850 hPa 温度预报具有较高的参考价值。相比而言,模式对我国南方温度预报的准确率较高。随着秋末冷空气活动频繁,势力较强,各家模式预报偏差明显增大。与冬季相比,模式预报误差偏小,预报性能更好。

(4) 对于台风纳沙,中期时效内 EC、日本模式具有一定的预报能力,T639 模式预报性能较差。各家模式预报均较零场路径偏东,强度偏弱。随预报时效延长,预报误差呈现波动式增长,模式预报稳定性较差。

参考文献

[1] 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.

[2] 蒋星,蔡芎宁. 2011 年 6—8 月 T639、ECMWF 及日本模式中 期预报性能检验[J]. 气象,2011,37(11): 1448-1452.

[3] 周宁芳. 2010 年 9—11 月 T639、ECMWF 及日本模式中期预 报性能检验[J]. 气象,2011, 37(2): 237-241.

[4] 蔡芎宁. 2009 年 9—11 月 T639 与 ECMWF 及日本模式中期 预报性能检验[J]. 气象, 2010,36(2): 130-135.

[5] 张涛. 2008 年 9—11 月 T639、ECMWF 及日本模式中期预报 性能检验[J]. 气象,2009,35(3): 112-119.

[6] 饶晓琴. 2007 年 9—11 月 T639、ECMWF 及日本模式中期预 报性能检验[J]. 气象, 2008,34(2): 107-114.

[7] 蔡芎宁. 2011 年 3—5 月 T639、ECMWF 及日本模式中期预 报性能检验[J]. 气象,2011,37(8): 1026-1030.