

刘一. 2014. 2013 年 9—11 月 T639、ECMWF 及日本模式中期预报性能检验. 气象, 40(2):247-252.

2013 年 9—11 月 T639、ECMWF 及日本模式中期预报性能检验^{* 1}

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 2013 年 9—11 月 T639 模式中期预报时效产品进行了天气学检验, 并与 ECMWF 和日本模式进行了对比分析。结果表明: 三个模式均对亚洲中高纬大气环流形势的调整和演变具有较好的预报性能。综合看来, ECMWF 模式对主要天气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 9 月 20—22 日的台风天兔天气过程进行检验, 发现 ECMWF 模式对于此次台风(强台风级)的路径及登陆点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

中图分类号: P456 **文献标志码:** A **doi:** 10. 7519/j. issn. 1000-0526. 2014. 02. 0014

Performance Verification of Medium-Range Forecasting by T639, ECMWF and Japan Models from September to November 2013

LIU Yi

National Meteorological Centre, Beijing 100081

Abstract: In order to improve the ability of using the products of T639, a synoptic verification on its medium range forecasting products in autumn 2013 is made, and then compared with the NWP of ECMWF and Japan models. The results show that all the three models have good performances on the aspect of predicting large-scale circulation evolution and adjustment in Asian middle and high latitude areas. As a whole, the ECMWF model is much better in forecasting most weather systems compared with the T639 and Japan models. Taking the strong tropical storm No. 1319 (Usagi) process during the period of September 20—22, 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 turning track of USAGI and its landing point.

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

1 9—11 月天气概况

2013 年 9—11 月, 全国平均降水量 122.8 mm, 接近常年同期(120.8 mm)。与常年同期相比, 东北大部、江南西部和东北部、华南西部以及内蒙古东北部、河北中部、陕西北部、四川中部等地降水偏多 2

~5 成, 其中湖南西北部、广西东部、内蒙古东北部和黑龙江东部部分地区等地偏多 5 成至 1 倍; 全国其余大部地区降水量接近常年同期或偏少, 其中新疆、甘肃、陕西南部、山东大部、河南大部、江西大部、福建中部等地偏少 2~5 成, 部分地区偏少 5 成以上。

2013 年 9—11 月, 全国平均气温为 10.5℃, 较

^{*} 2013 年 12 月 20 日收稿; 2014 年 1 月 9 日收修定稿
作者简介: 刘一, 主要从事中期天气预报工作. Email: liuyi_wt@163.com

常年同期(9.9°C)偏高 0.6°C 。与常年同期相比,全国大部地区气温接近常年同期或偏高,其中黑龙江大部、内蒙古东北部、新疆北部、陕西中南部、河南西北部等地偏高 $1\sim 2^{\circ}\text{C}$,局部地区偏高 2°C 以上。

9月,华西部分地区出现明显秋雨天气;西北东南部、华北南部、黄淮及江西等地秋旱得到缓解;多地发生风雹灾害,甘肃、陕西、山东受灾较重;11月下半月,东北地区出现强降雪天气;9—11月,影响我国的台风强度强、灾情重;中东部地区出现大范围雾霾天气。

2 资 料

本文选取2013年9—11月T639、ECMWF及日本模式20时(北京时)实况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高度场和风场、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 三个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

西风指数是描述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诊断工具之一。图1是2013年9—11月T639、ECMWF及日本模式500 hPa高度实况分析和120 h预报计算所得的亚洲中高纬西风指数逐日演变曲线(10月上旬和11月上旬日本模式零场和120 h预报场均有两个小时次资料缺失,予以去除)。将3个模式的预报场与零场对比发现,在120 h时效内,ECMWF模式预报效果最好,相关系数为0.92;日本模式预报效果居中,相关系数为0.89;而T639模式在120 h时效内的预报效果略差,相关系数为0.88。

从3个模式实况分析来看,9月中上旬西风指数的波动幅度较小,说明亚洲中高纬度环流形势比较稳定,且冷空气不活跃;9月下旬西风指数明显降低,对应一次较强的冷空气南下过程,全国共计17站发生极端日降温事件,主要分布于东北地区,日降温幅度达 $12\sim 18^{\circ}\text{C}$,其中辽宁阜新(17.1°C)、吉林农安(16.4°C)日降温幅度超历史极值。10月10—

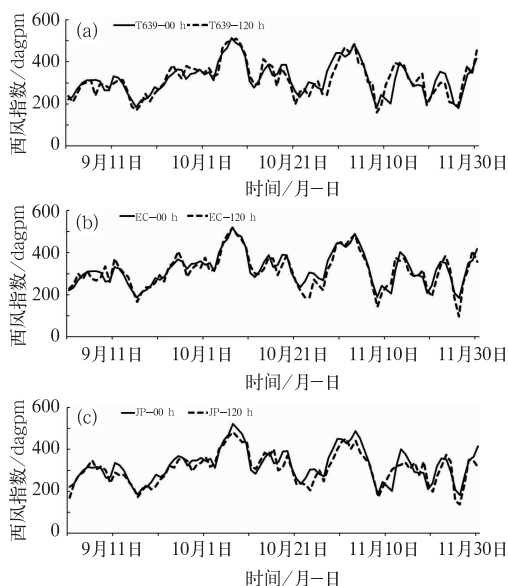


图1 2013年9—11月T639(a)、ECMWF(b)及日本模式(c)零场(实线)和对应的120 h预报场(虚线)西风指数逐日演变曲线
Fig. 1 Daily evolution curves of 00 h (solid line) and the corresponding 120 h (dashed line) westerly index by T639 (a), ECMWF (b) and Japan (c) models from September to November 2013

17日,西风指数再次出现两次明显的下调过程,分别对应两次冷空气过程,其中10月13—17日过程为区域性寒潮,主要影响我国西北和东北大部地区。上述大部地区降温在 5°C 以上,内蒙古东部和北部、东北地区南部、华北地区北部、山东大部降温达 $10\sim 12^{\circ}\text{C}$,最大降温幅度 14°C 以上。华北地区气温波动也较大,日降温幅度达 $11\sim 14^{\circ}\text{C}$,其中天津宝坻(12.7°C)、北京密云(14.0°C)日降温幅度超历史极值。整个11月西风指数波动较大,影响我国冷空气较为活跃。其中,11月中下旬西风指数显著的下降过程与东北冷涡活动及东北地区两次暴雪天气过程相对应。11月16—20日,黑龙江中东部、吉林中东部和辽宁北部出现降雪或雨夹雪天气。上述大部地区累计降水量有 $10\sim 40\text{ mm}$,黑龙江东部、吉林东部等地 $40\sim 50\text{ mm}$,吉林汪清(72.2 mm),黑龙江尚志(66.4 mm)、双鸭山(65.0 mm)等地超过 60 mm ;吉林扶余、通化、汪清、图们及黑龙江尚志等地的日降水量突破11月日降水量历史纪录。11月24—26日,东北地区再次出现明显降雪过程,其中中东部地区累计降水量有 $10\sim 30\text{ mm}$,最大降水量出现在黑龙江双鸭山(60.4 mm);黑龙江双鸭山、集贤、宝清、

佳木斯、绥滨、勃利、七台河、富锦、通河、同江、桦川、方正、嘉荫、桦南及吉林和龙等地的日降水量突破 11 月日降水量历史纪录。

综合各时效预报效果,时效越长,预报效果越差,3 种模式的 120 h 预报较 96 h 预报与各自零场的偏差增大(图 2)。ECMWF 模式对于西风指数的波动预报与其零场成同位相变化,偏差较小,预报效果最好;日本模式在不考虑缺失值的情况下,在 96、120 和 144 h 时效内预报效果居中;T639 预报效果最差,120 h 预报的西风指数波动及位相与其零场偏差较大(图 1),但是在 168 h 时效上,其预报效果超过了日本模式。但是,3 个模式在 120 h 时效上对西风指数的剧烈变化预报效果均较好,反映了它们对与亚洲中高纬度大尺度环流的重要调整过程均有一定的预报能力。综上,ECMWF 模式对西风指数的预报效果最好,日本模式次之,T639 略差。

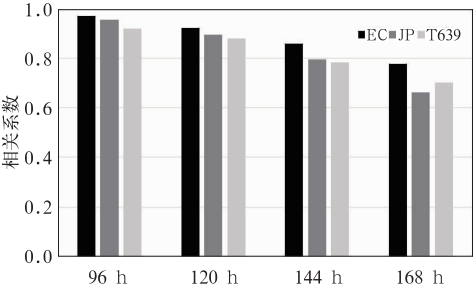


图 2 2013 年 9—11 月 ECMWF、日本及 T639 模式零场与 96~168 h 西风指数的相关系数

Fig. 2 Correlation coefficients of westerly index between 00 h and 96 h, 120 h, 144 h, 168 h prediction fields by ECMWF, JP and T639 models from September to November 2013

3.2 西北太平洋副热带高压的预报检验

秋季是我国由夏季风向冬季风转换的季节,而副热带高压(以下简称副高)是影响我国的主要天气系统之一,其位置和强度的变化不仅是影响我国强降水雨带的分布及气温变化的关键因素,也能反映出从夏入冬的季节转换特点。因此,中期数值预报模式对副高的预报能力是衡量和检验该模式预报性能的重要标志之一(周宁芳,2011;符娇兰,2012)。本文为了检验模式对副高时空演变的预报能力,选取了 ECMWF 和 T639 模式对 120°E 副高脊线位置(图 3)及副高西脊点(图 4)的 120 h 预报场与各自

零场进行比较分析。

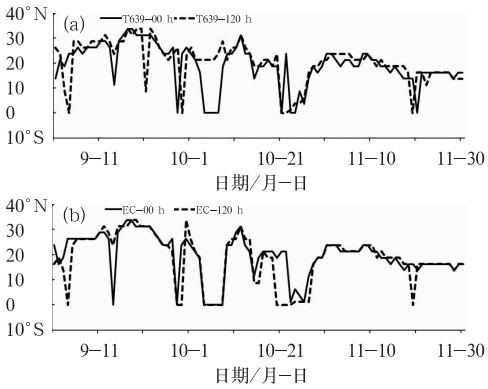


图 3 2013 年 9—11 月 T639(a)和 ECMWF(b)模式零场(实线)和对应的 120 h 预报场(虚线) 120°E 副高脊线时间演变曲线

Fig. 3 Daily evolution curves of 00 h (solid line) and the corresponding 120 h (dashed line) ridge line of subtropical high along 120°E by T639 (a) and ECMWF (b) models from September to November 2013

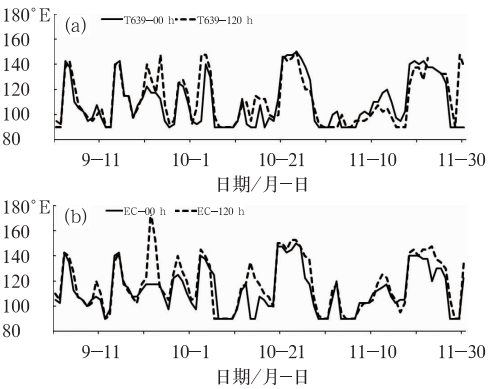


图 4 2013 年 9—11 月 T639(a)和 ECMWF(b)模式零场(实线)和对应的 120 h 预报场(虚线) 副高西脊点时间演变曲线

Fig. 4 Daily evolution curves of 00 h (solid line) and the corresponding 120 h (dashed line) west ridge point of subtropical high by T639 (a) and ECMWF (b) models from September to November 2013

从图中可见,2013 年 9 月中旬,副高强度偏强,位置偏西,有利于副高西侧的偏南气流向华西地区输送水汽,导致西北东部、西南大部以及湖北、湖南等地出现持续阴雨天气,降水量普遍在 50 mm 以上,其中四川、重庆、贵州东部、云南西部、湖北、湖南西部、甘肃东北部等地降水量普遍有 100~200 mm,

部分地区超过 200 mm;降水日数普遍在 10 d 以上,其中四川、云南西部、重庆西南部、湖北西南部、甘肃南部等地达 15~20 d,局部超过 20 d。其中,9 月 16—17 日,甘肃省兰州、定西、甘南 3 市(自治州)4 个县遭受暴雨洪涝灾害。10 月副高强度偏弱,西脊点位置偏东,我国大部分地区降水较常年同期偏少。其中,西北地区西部、黄淮、江淮西部、江汉、江南西部及华南东部等地偏少 8 成以上。11 月上旬开始,副高略微加强,西脊点偏西,到 11 月中下旬,副高再次减弱东移。

对比两个模式对副高脊线及西脊点的 120 h 预报场与各自零场发现,ECMWF 模式预报性能明显优于 T639 模式,对于副高脊线南北移动的预报与实况相关系数达到了 0.78,明显高于 T639 的 0.52;

ECMWF 对副高西脊点东西移动的预报与实况相关系数更是达到了 0.85,而 T639 对副高西脊点的预报与实况相关系数也达到了 0.77,表明两个模式对副高的东西向变化均有更好的预报能力。

3.3 850 hPa 温度趋势检验

850 hPa 温度变化通常被用来表征冷暖空气的变化趋势,对于地面气温预报具有较好的指示意义。对 3 个模式 850 hPa 温度预报场进行检验也是衡量和检验模式预报性能的重要指标(蔡芴宁,2013)。本文选取了(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对 3 个模式的预报性能进行检验(图 5)。

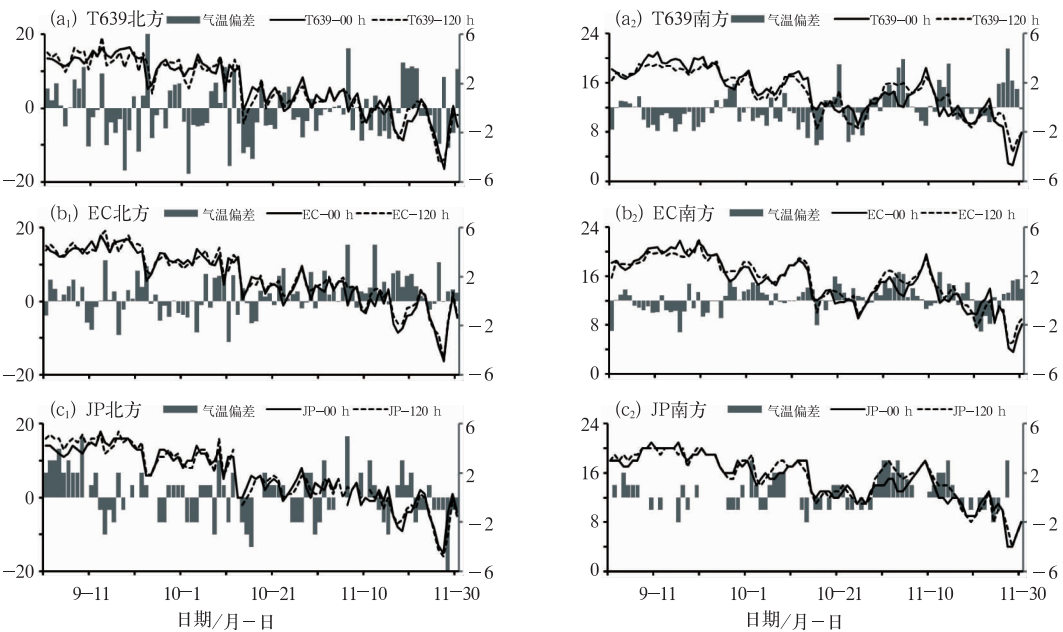


图 5 2013 年 9—11 月 T639(a)、ECMWF(b)及日本模式(c)零场(实线)和对应的 120 h 预报场(虚线)850 hPa 温度逐日演变曲线及预报偏差(柱状)
(a₁, b₁, c₁ 为北方; a₂, b₂, c₂ 为南方)

Fig. 5 Daily evolution curves of 00 h (solid line) and 120 h (dashed line) predicted temperature (unit: °C) at 850 hPa and their bias (histogram) by T639 (a), ECMWF (b) and Japan (c) models from September to November 2013
(a₁, b₁, c₁ refer to northern China; a₂, b₂, c₂ refer to southern China)

2013 年 9 月以来,全国平均气温较常年偏高 0.2℃,但是局地气温波动起伏较大。其中,9 月下旬我国北方地区经历了一次较大的降温幅度,日降温达 10℃以上,3 个模式 120 h 预报均较好地预报了这次降温过程。10 月,我国气温波动起伏依然较

大,并于 10 月中旬,我国北方大部分地区经历了一次区域型寒潮,上述大部地区降温在 5℃以上,同时南方地区降温幅度也达到 8℃左右,3 个模式也都展现了较好的预报能力,尤其 ECMWF 模式预报的气温偏差最小。11 月,我国北方冷空气活动频繁,表

现为持续降温过程,并且在 11 月下半月,东北地区出现两次暴雪、大暴雪天气过程,降温幅度较大,3 个模式对这次降温过程均有较好的预报,其中 ECMWF 的 120 h 预报场与其零场偏差最小,T639 及日本模式预报场与各自零场偏差略大;11 月上旬,我国南方地区气温波动较小,但是从中下旬开始,也出现持续的降温过程,下半月累计降温达到 10℃ 以上。

整体来看,ECMWF 模式的 120 h 预报效果最好,与其零场相关系数最高,可以达到 0.98 以上,预报场与其零场偏差最小;日本模式次之,T639 略差,但是其 120 h 预报场与实况场相关系数也能达到 0.95 左右。3 个模式均展现了对我国南方和北方 850 hPa 气温变化较好的预报能力。

3.4 台风的预报能力检验

2013 年 9—11 月,共有 5 个台风影响我国,分别是:第 19 号台风天兔(强台风级)、第 21 号台风蝴蝶、第 23 号台风菲特(强台风级)、第 25 号台风百合和第 30 号台风海燕(超强台风级)。其中,第 19 号强台风天兔的主要特点有:发展快、强度大、风雨强和影响大等,是今年以来登陆我国大陆地区强度最强的台风,也是近 40 年以来登陆粤东最强的台风。下面就以其为例分析 3 个模式对台风的预报能力(图 6)。

9 月 17 日凌晨,台风天兔在菲律宾以东海域形成,18—19 日急剧增强,从热带风暴发展为超强台风级仅用了 39 h,属于快速增强的台风,最强时中

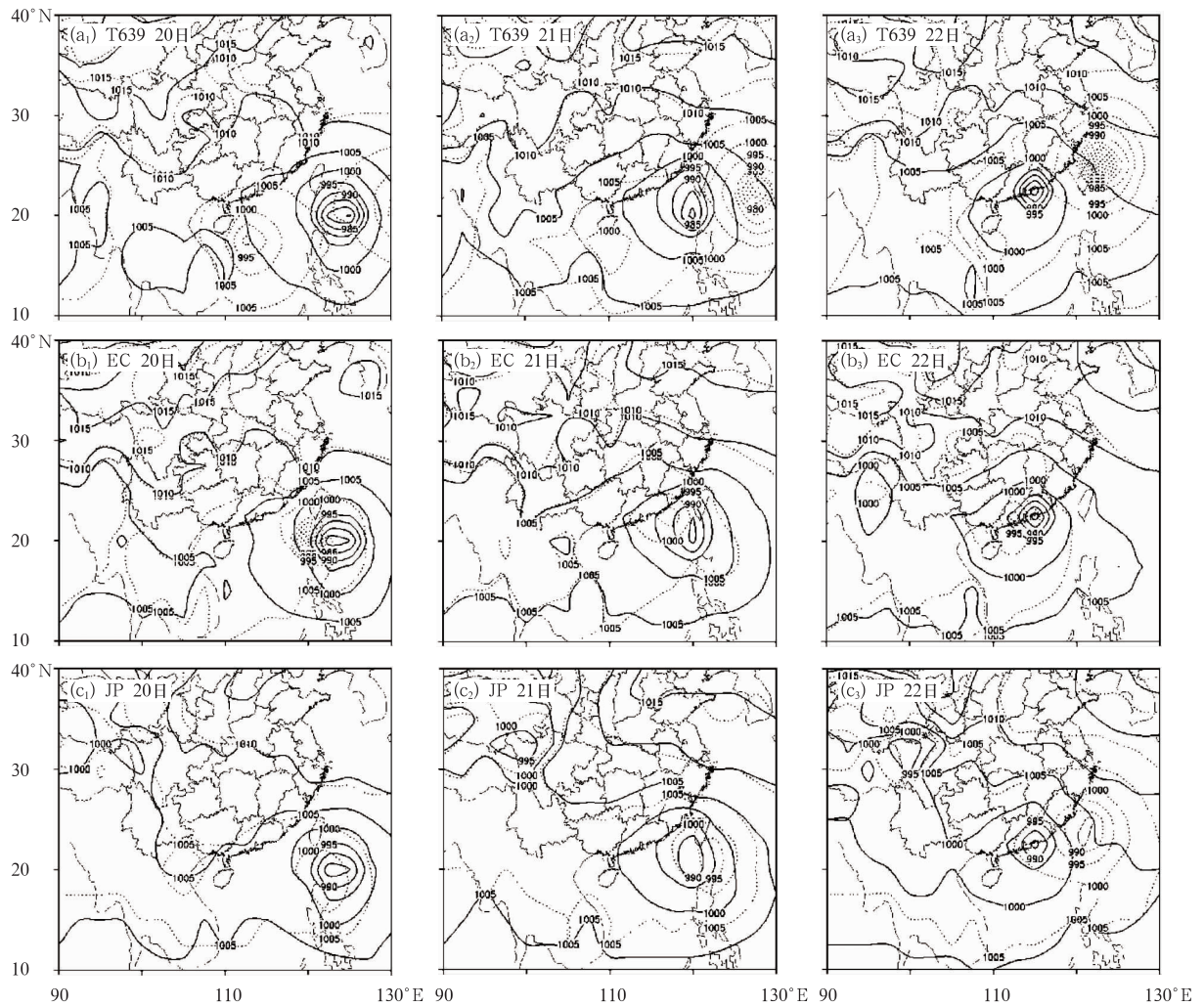


图 6 2013 年 9 月 20 (a₁, b₁, c₁), 21 (a₂, b₂, c₂) 和 22 日 (a₃, b₃, c₃) 20 时 T639 (a₁, a₂, a₃), ECMWF (b₁, b₂, b₃) 及日本模式 (c₁, c₂, c₃) 海平面气压零场(实线)和对应的 120 h 预报场(虚线)

Fig. 6 The 00 h (solid line) and the corresponding 120 h (dashed line) sea level pressure by T639 (a), ECMWF (b) and Japan (c) models in September 20—22, 2013

心附近最大风力达 17 级($60 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$)。9 月 20 日台风天兔(强台风级)移动至我国台湾省以东海域,并于 22 日在广东省汕尾市沿海登陆,登陆时中心附近最大风力 14 级($45 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$),中心气压为 935 hPa。台风天兔登陆时恰逢天文大潮,风暴潮与天文大潮叠加,汕头气象浮标站最大浪高达 14.9 m,汕头沿海海门站的最高潮位超 50 年一遇;广东东部和珠江口地区、福建东部、浙江南部沿海出现 9~10 级大风,广东东部、福建东部最大风力达 11~14 级;22 日 08—19 时,广东省共有 26 个气象站观测到 100 mm 以上的大暴雨。受台风天兔影响,广东、福建、湖南、江西、广西等地受灾较为严重。据民政部数据,台风天兔已造成南方五省 34 人死亡,1 人失踪,78.1 万人紧急转移。

从 120 h 预报结果来看,T639 对该台风移动路径和登陆位置的预报偏差较大,对 21 日 20 时台风中心位置的预报偏东,而预报的台风中心登陆位置为我国东部沿海,偏差较大;相比之下,日本模式 120h 预报的台风移动路径较准确,但是强度偏弱,对于 22 日台风中心登陆位置的预报偏差也较大,与 T639 预报结果近似;ECMWF 对这次台风的移动路径及其中心登陆位置的预报最为准确,其预报结果具有很好的参考价值,但是对台风强度的预报仍然偏弱。

4 结 论

(1) 三个模式对 2013 年 9—11 月 120 h 时效预

报的西风指数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,ECMWF 模式均较其余两个模式有明显优势。

(2) 对于西北太平洋副热带高压的预报,ECMWF 模式 120 h 预报的副高脊线及西脊点的时间演变趋势相比 T639 的预报结果,与其零场更加一致;同时,两个模式对副高东退西伸的预报能力要高于它们对副高北进南落的预报能力。

(3) 对于 850 hPa 温度的预报,3 种模式基本能反映出温度的转折性变化趋势。相比较而言,ECMWF 的 120 h 预报与实况的偏差最小,日本模式次之,T639 偏差略大于前两个模式。

(4) ECMWF 模式对 1319 号台风天兔(强台风级)的路径和登陆点的 120 h 预报较为成功,虽然在强度上预报偏弱,但是仍然有很好的参考价值;而 T639 和日本模式对这次台风路径和登陆点的 120 h 预报偏东,相比较而言,T639 模式对这次台风强度的 120 h 预报明显优于日本模式。

参考文献

- 蔡芎宁. 2013. 2012 年 9—11 月 T639、ECMWF 及日本模式中期预报性能检验. 气象, 39(2): 253-258.
- 符娇兰. 2012. 2011 年 9—11 月 T639、ECMWF 及日本模式中期预报性能检验. 气象, 38(2): 238-243.
- 周宁芳. 2011. 2010 年 9—11 月 T639、ECMWF 及日本模式中期预报性能检验. 气象, 37(2): 237-241.