

张峰, 2014. 2014 年 6—8 月 T639、ECMWF 及日本模式中期预报性能检验. 气象, 40(11):1414-1421.

2014 年 6—8 月 T639、ECMWF 及日本模式中期预报性能检验^{*1}

张 峰

国家气象中心, 北京 100081

提 要: 对 2014 年 6—8 月 T639、ECMWF 及日本(文中简称 JP)数值模式的中期预报产品进行了分析对比和检验。结果表明:3 家模式对亚洲中高纬环流形势和 850 hPa 温度的调整与演变均具有较好的预报性能。对比而言,ECMWF 模式的预报较其他两家模式更接近实况。对副热带高压的变化情况,ECMWF 和 T639 模式较好的体现出了各项指标的变化趋势,但对具体的变化情况均存在不同程度的误差。对于 1409 号超强台风威马逊(Rammasun)的路径及强度预报,T639 模式预报与零场较为接近,ECMWF 模式预报台风强度较实况偏弱。

关键词: T639 模式, ECMWF 模式, 日本模式, 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.1000-0526.2014.11.015

Performance Verification of Medium-Range Forecasting by T639 and ECMWF and Japan Model from June to August 2014

ZHANG Feng

National Meteorological Centre, Beijing 100081

Abstract: The performances of medium-range forecasts are verified and compared for the T639, ECMWF and JP models from June to August 2014. The result shows that the three models have good performance on predicting the variation and adjustment of the atmospheric circulation and 850 hPa temperature over Asian middle and high latitude areas. In contract, ECMWF model has better performance than T639 or JP models. Both ECMWF and T639 models have good performance on predicting western Pacific subtropical high while they still have some bias at some time. T639 model is the best at the prediction of the track and intensity of typhoon Rammasun among all three models, and the forecasting intensity of ECMWF model is weaker than that of the observation.

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

1 6—8 月天气概况

2014 年 6—8 月,全国平均降水量为 320.1 mm,较常年同期(325.2 mm)偏少 1.6%。从空间分布看,新疆北部至东南部、内蒙古东南部、东北中南部、华北东部、黄淮至江淮西部及华南中部等地降水偏

少 2~5 成,局部偏少 8 成以上;新疆西部、西藏东部至青海南部、西南地区北部、江南大部以及海南等地降水偏多 2~5 成,局部地区偏多 5 成以上。其中,东北及华北地区平均降水量为 262.6 mm,较常年同期(340.9 mm)偏少 23.0%,为 2000 年以来历史最小值;江南南部(浙闽赣湘)平均降水量 665.6 mm,较常年同期(563.3 mm)偏多 18.2%,为 2003 年以来的

^{*} 2014 年 10 月 1 日收稿; 2014 年 10 月 12 日收修定稿
第一作者:张峰,主要从事中期天气预报工作. Email:zhangfeng@cma.gov.cn

最大值。全国共有 138 站发生极端日降水量事件,主要分布于西南地区、江南地区、广西、山东、陕西等地,其中广西钦州(380.5 mm)、贵州石阡(294.6 mm)等 28 站日降水量突破历史极值(关月等,2014;唐健等,2014;杨超等,2014)。

6—8 月,全国平均气温为 21.1℃,较常年同期(20.9℃)偏高 0.2℃。从空间分布看,新疆西部、西北地区东南部至华北西部,以及江淮、江汉至江南地区北部气温偏低 0.5℃以上。新疆东北部及黑龙江北部局部气温偏高 1~2℃。江淮地区平均气温为 25.6℃,较常年同期(26.6℃)偏低 1.0℃,为 2000 年以来历史最低值。西南地区南部、东南沿海、西北地区东南部及黄淮西部等地共有 211 站发生极端高温事件,其中云南巧家(44.4℃)、河南孟州(42.9℃)、陕西镇安(41.2℃)等 53 站日最高气温突破历史极值(国家气候中心,2014;关月等,2014;唐健等,2014;杨超等,2014)。

6—8 月,在西北太平洋和南海上共生成 7 个热带气旋,较常年同期(11.6 个)明显偏少,其中,6 月有 2 个生成,接近常年同期(1.8 个),7 月有 5 个生成,略高于历史同期值(4.0 个),8 月无热带气旋生成,远低于历史同期值(5.7 个)。6—8 月共 3 个热带气旋登陆我国,较常年同期(4.5 个)偏少。其中,第 9 号超强台风威马逊在海南、广东和广西 3 省(区)3 次登陆,成为 1973 年以来登陆我国华南地区的最强台风。8 月,西北太平洋及南海海域无热带气旋生成,仅有 1 个热带气旋从中太平洋移入,也无登陆我国的台风,热带气旋生成和登陆个数均较常年 8 月(分别为 5 和 1.9 个)明显偏少,为历史同期罕见,成为 1949 年以来首次 8 月无热带气旋生成的月份(关月等,2014;唐健等,2014;杨超等,2014)。

2 资 料

本文选取 2014 年 6—8 月 T639、ECMWF 及日本模式 20 时(北京时)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 3 家模式的 500 hPa 高度场、850 hPa 温度场和风场。T639 模式资料的分辨率为 1.125°×1.125°,ECMWF 模式和日本模式资料分辨率均为 2.5°×2.5°。

3 3 家模式的中期预报性能检验

3.1 亚洲中高纬环流形势预报检验

西风指数是反映中高纬地区大尺度环流形势演变和调整的重要指标,是中期预报最常用的指标之一,通过检验西风指数可以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(康志明,2009)。图 1 给出的是 2014 年 6—8 月 T639、ECMWF 和日本(JP)模式对西风指数不同时效的预报场和零场的相关系数,发现在 144 h 预报中,ECMWF 模式预报效果最好,JP 模式次之,T639 模式效果最差;在 96 和 120 h 预报中,ECMWF 模式依然表现最好,JP 模式和 T639 模式预报效果较为接近。随着预报时效的延长,3 家模式的预报误差均不同程度的增大,但 ECMWF 在 144 h 时效内预报场与零场的相关系数均在 0.85 以上,明显优于其他两家模式。

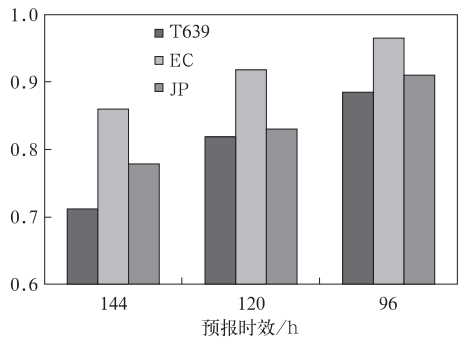


图 1 2014 年 6—8 月 T639、ECMWF 和日本模式零场与 96~144 h 预报西风指数的相关系数

Fig. 1 Correlation coefficients of westerly-index between 00 h and 96—144 h prediction fields by T639, ECMWF and Japan models from June to August 2014

图 2 给出的是根据 2014 年 6—8 月 T639、ECMWF 和 JP 模式高度场零场及 120 h 预报场计算得到的亚洲中高纬西风指数逐日演变曲线。从 3 家模式的分析情况来看,6—8 月西风指数处于多波动状态,其中有两次比较剧烈的调整,分别发生在 6 月上旬和 6 月底到 7 月初这段时间内。6 月初西风指数较高,随后向低指数调整,降幅高达 200 dagpm 以上,对应着 6 月 2—7 日西南和华南地区的一次暴

雨过程,局地出现大暴雨。6月中旬西风指数维持在 100 dagpm 以下的低指数状态,波动幅度不大,南支槽明显加深并稳定维持,给西南和江南地区带来持续的降水天气,江南地区于 6 月 16 日入梅。6 月下旬指数出现一次由低向高并迅速回调的明显波动,对应着 6 月下旬前半段我国大部地区处于贝加尔湖高压脊底部,500 hPa 的西风较为平直,后半段随着中高纬低槽的加深东移,6 月 26—28 日在江南和西南地区出现 1 次大到暴雨的降水过程(关月等, 2014)。7 月上旬和中旬指数稳定维持在 100 dagpm 附近,这一时期共有 3 次较强的降水过程发生,分别发生在 7 月 3—5、8—9 和 11—17 日。7 月下旬、8 月上旬和中旬与东移的短波槽相对应,各有 1

次较为明显的高低指数转换,3 次波动的高指数维持时间均较短。

从 120 h 的预报结果来看,3 家模式均能较好地反映出西风指数的波动情况,但对每次波动的幅度预报各有偏差。对 6 月上旬的西风指数剧烈调整过程,3 家模式均表现较好;对 6 月中旬的低指数稳定期,ECMWF 模式预报表现较好,T639 和 JP 模式的 120 h 预报场均出现了一次虚假的指数升高过程,可见在梅雨期 ECMWF 模式预报效果较其他两家模式更好;对 6 月下旬到 7 月初的剧烈调整过程,3 家模式均表现较好;对 7 月上中旬的低指数稳定期,T639 和 ECMWF 模式预报的变化趋势均与零场较为一致,但数值较零场略偏高,JP 模式的 120 h

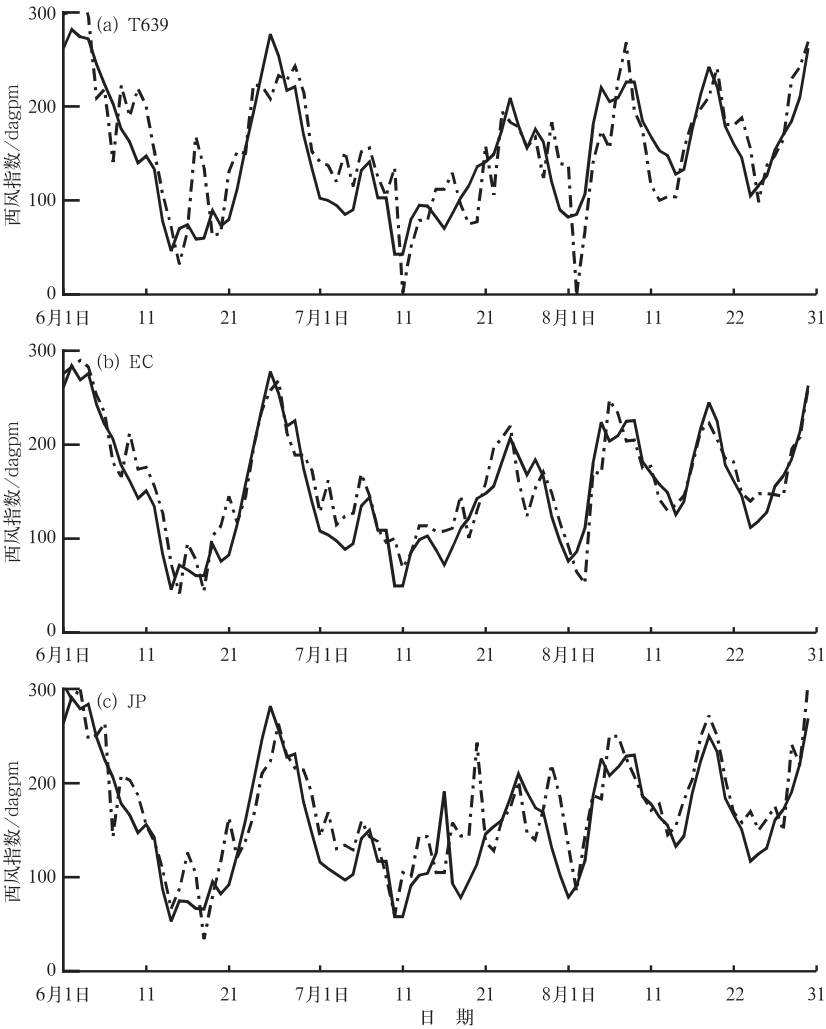


图 2 2014 年 6—8 月 T639(a)、ECMWF(b)及日本模式(c)零场(实线)和对应的 120 h 预报场(虚线)西风指数逐日演变曲线
Fig. 2 The daily evolution curves of 00 h (solid line) and 120 h (dashed line) westerly-index derived by T639 (a), ECMWF (b) and Japan (c) models from June to August 2014

预报和零场的波动较其他两家模式偏大;对 7 月下旬到 8 月底的 3 次波动过程,T639 模式预报的变化趋势与零场较为一致,但第二次过程的下降幅度和第三次过程的上升幅度均较零场明显偏大,ECMWF 模式预报与零场基本一致,JP 模式预报的第一次过程指数下降时间较零场偏晚,后两次过程的指数上升幅度较零场偏大。

综合分析可以看到,ECMWF 模式预报的西风指数变化趋势较其他两家模式与零场更为接近,在预报西风指数变化幅度和变化趋势上与零场之间的误差更小,其对西风指数的预报效果要优于 T639 和 JP 模式。

3.2 西太平洋副热带高压预报检验

西太平洋副热带高压(以下简称副高)是夏季影响我国的主要天气系统之一,位于其西北侧的低空西南气流向东亚地区输送大量的水汽,其位置和强度的变化是影响我国强降雨雨带分布的重要因素。因

此,中期数值预报模式对副高的预报能力是衡量该模式夏季预报性能好坏的重要标志(蒋星等,2011;赵晓琳,2012;张博等,2013)。以下主要针对 T639 模式与 ECMWF 模式对副高的强度、120°E 脊线和西脊点位置的预报进行检验。由于 JP 模式所缺资料较多,因此未对其进行检验。

图 3 给出了 T639 和 ECMWF 模式对副高强度指数的预报及零场分析对比。两家模式 6 月上中旬副高强度指数预报与零场均存在明显偏大的误差。6 月下旬至 7 月上旬副高强度有所减弱,两家模式对这一变化均有所体现,但 ECMWF 模式预报的强度指数较零场偏小。7 月中下旬副高在经过一个短暂增强阶段之后开始明显减弱,两家模式对这一变化趋势均有所体现,但对副高减弱的速度预报较零场偏快。8 月上中旬副高再度加强,并在 8 月 16 日左右达到最强,随后逐渐减弱,两家模式的预报均体现出了副高先增强后减弱的变化,但对达到最大值并开始减弱的时间,两家模式预报均较零场略偏早。

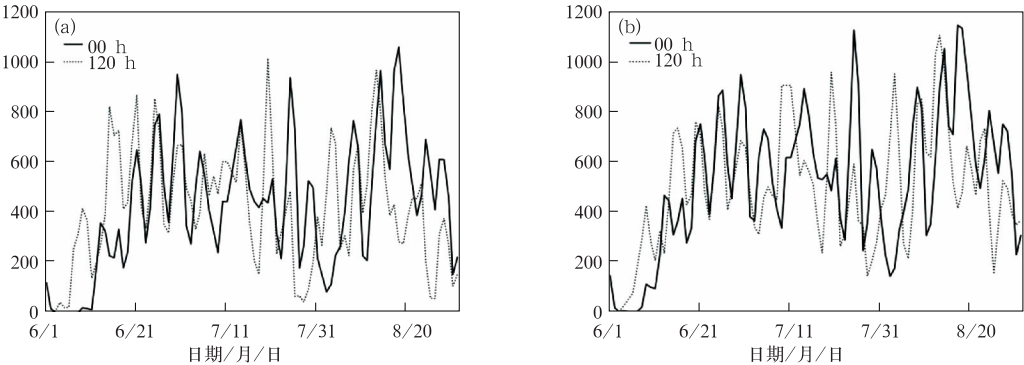


图 3 2014 年 6—8 月 T639 模式(a)和 ECMWF 模式(b)零场(实线)和对应的 120 h(虚线)副高强度指数随时间演变曲线

Fig. 3 The temporal evolution curves of 00 h (solid line) and corresponding 120 h (dashed line) subtropical intensity index calculated by T639 (a) and ECMWF (b) models from June to August 2014

副高脊线的位置对我国雨带的南北移动具有重要影响,其阶段性北跳对应着我国雨带的北移过程。对 T639 和 ECMWF 模式预报 120°E 脊线的检验如图 4 所示,6 月上旬副高脊线南移至 10°N 以南,之后迅速北抬至 20°N 附近,对 6 月中旬副高脊线偏南的状态,两家模式 120 h 预报均较零场明显偏北;6 月 16 日至 7 月 16 日,副高脊线稳定维持在 20°~25°N 之间,对应着长江中下游的梅雨期,对这一阶段的副高脊线,两家模式预报均与零场较为一致;7 月中下旬,副高又出现一次明显的北跳,脊线到达

35°N 以北地区,梅雨期结束,对这一变化,两家模式预报的副高北跳时间均较零场偏早,且在 7 月下旬空报了一次副高北跳过程;7 月底副高有一次短暂的南移,到达 10°N 附近后迅速回跳,对此两家模式均有所体现;8 月上旬以后副高稳定维持在 25°N 附近,对此两家模式预报均与零场较为吻合。

为了进一步检验模式对副高演变的预报能力,选取 T639 和 ECMWF 模式对副高西脊点的预报进行对比分析。如图 5 所示,对 6 月上中旬的副高东退过程,两家模式预报的东退时间均较实况偏早;

T639 模式在 6 月下旬到 7 月下旬,对副高西伸的幅度预报较零场偏小,对副高西伸东退的摆动状态表现不明显,而 ECMWF 模式与零场较为接近;8 月上

旬副高东退,中下旬再度西伸至 100°E 附近,T639 模式这一阶段的预报出现系统性偏东的误差,而 ECMWF 模式预报与零场较为一致。

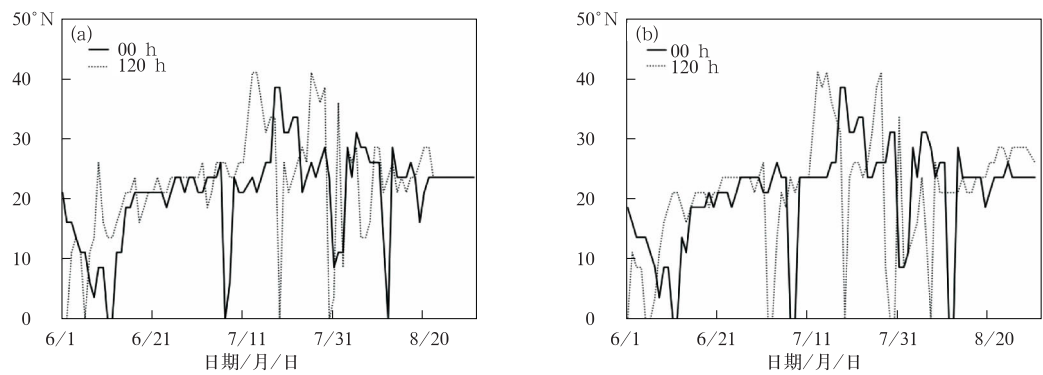


图 4 2014 年 6—8 月 T639 模式(a)和 ECMWF 模式(b)零场(实线)和对应的 120 h(虚线)120°E 副高脊线位置随时间演变曲线
Fig. 4 The temporal evolution curves of 00 h (solid line) and corresponding 120 h (dashed line) forecasting ridge line of subtropical high along 120°E calculated by T639 (a) and ECMWF (b) models from June to August 2014

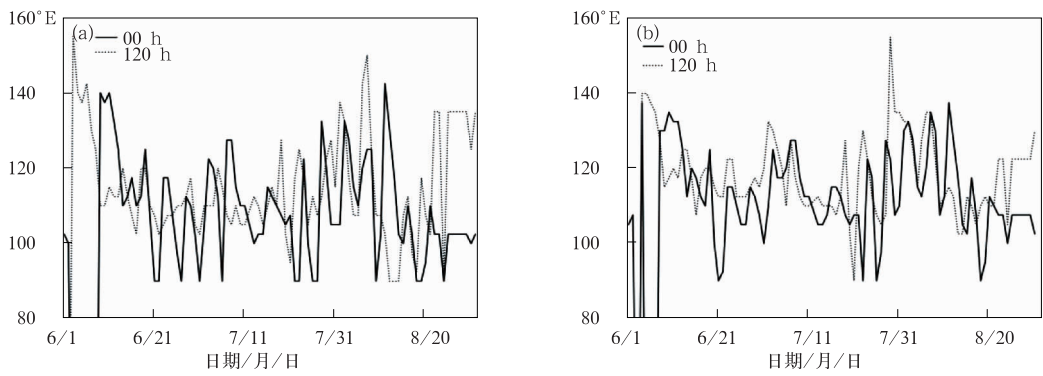


图 5 2014 年 6—8 月 T639 模式(a)和 ECMWF 模式(b)零场(实线)和对应的 120 h(虚线)副高西脊点位置随时间演变曲线
Fig. 5 The temporal evolution curves of 00 h (solid line) and corresponding 120 h (dashed line) forecasting westerly ridge point of subtropical high calculated by T639 (a) and ECMWF (b) models from June to August 2014

3.3 850 hPa 温度变化趋势预报检验

850 hPa 温度变化通常被用来表征天气的冷暖变化趋势,对于地面气温预报具有较好的指示意义(刘为一,2014)。对 3 家模式 850 hPa 温度预报场进行检验也是了解和掌握模式预报性能的重要方法,本文选取了天津北部(40°N、117.5°E)和江西南部(25°N、115°E)两个格点分别代表北方和南方地区,用于检验 3 家模式对 850 hPa 温度变化趋势的中期预报能力(图 6)。

对比 3 家模式的 850 hPa 温度逐日演变图可以看出,6—8 月我国北方地区 850 hPa 温度呈现先上升后下降的趋势,南方则是逐渐升温的趋势,3 家模式 120 h 预报均能较好地反映出温度的这种变化趋势。总体来看,3 家模式对南方地区温度变化的预报效果要明显优于北方地区。对 6 月上旬北方的两次冷空气过程,ECMWF 模式表现较好,T639 和 JP 模式 120 h 预报较零场偏差较大;对 6 月中旬北方 1 次短暂升温后的较强降温过程,3 家模式对温度升高的幅度均预报偏强,而对冷空气强度的预报均较

零场偏弱;对 6 月上旬至 8 月上旬北方的持续高温, T639 模式预报的温度较零场明显偏低,最大偏差达 5℃左右,ECMWF 和 JP 模式预报与零场较为接近;对 8 月中下旬北方的几次升降温过程, T639 模式预报与零场存在较大偏差,而 ECMWF 和 JP 模式表现相对较好。对南方地区的逐渐升温, T639 模式预报出现系统性偏差,温度预报较零场偏低 2℃左右,ECMWF 和 JP 模式预报与零场均较为一致。

综上所述,3 家模式对南方地区温度变化的预报能力明显优于北方地区,对 6 月中旬北方的短暂升温继而强降温的过程,3 家模式预报均与零场存在较大偏差, T639 模式对北方的高温时期以及南方的逐渐升温过程的温度预报均较零场明显偏低,对比 3 家模式对温度变化趋势及升降温强度的预报结果,ECMWF 模式的预报性能明显优于其他两家模式。

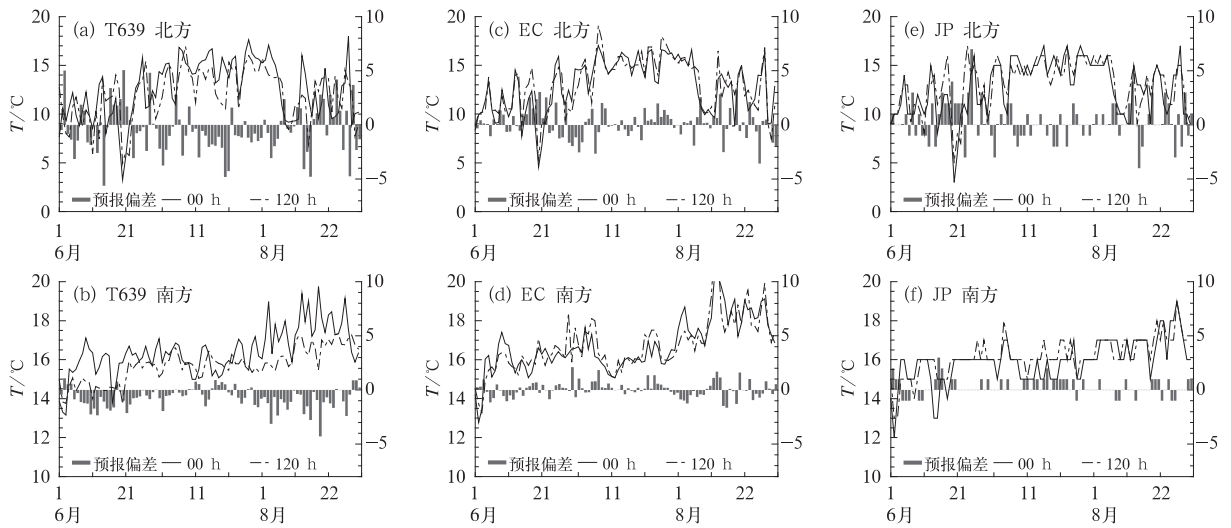


图 6 2014 年 6—8 月 T639 模式(a,b)、ECMWF 模式(c,d)和 JP 模式(e,f)零场(实线)和对应的 120 h 预报场(虚线)850 hPa 温度随时间演变曲线及预报偏差(柱状)(a,c,e)北方,(b,d,f)南方

Fig. 6 The daily evolution curves of 00 h (solid line) and corresponding 120 h (dashed line) forecasting temperature at 850 hPa and their bias (histogram) calculated by T639 (a, b), ECMWF (c, d) and Japan (e, f) models from June to August 2014 (a, c, e) northern China, (b, d, f) southern China

3.4 台风预报能力检验

本文以 6—8 月登陆台风中造成严重影响的 1409 号超强台风威马逊(Rammasun)为例,分析 T639、ECMWF 及 JP 模式对台风路径和强度的中期预报能力。

1409 号超强台风威马逊于 7 月 18 日 15:30 在海南省文昌市翁田镇沿海登陆,登陆时中心附近最大风速为 $60\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,中心最低气压 910 hPa。随后于 7 月 18 日 19:30 在广东省徐闻县龙塘镇沿海登陆,并于 7 月 19 日 07:10 在广西壮族自治区防城港市光坡镇沿海第三次登陆我国,此时中心附近最大风速仍达 $48\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,中心最低气压为 950 hPa,成为 1973 年以来登陆我国华南地区的最强台风。“威

马逊”带来的狂风暴雨致使海南、广东、广西和云南四省(区)严重受灾,直接经济损失约为 265.5 亿元。7 月 18 日 08 时至 21 日 08 时,海南省全省平均降雨量达 266 mm,“威马逊”致海南省 216 个乡镇(街道)受灾,受灾人口 325.8 万人,直接经济损失 108.28 亿元,海南省因灾死亡或失踪 24 人。为比较各家模式对台风强度及移动路径的预报能力,本文选取 7 月 18 日 20 时、19 日 20 时和 20 日 20 时 3 个时次的 850 hPa 风场及 500 hPa 高度场进行分析对比。

从 3 家模式的零场(图 7)可以看到,3 家模式零场的台风环流中心位置基本相同。7 月 18 日 20 时“威马逊”中心位于雷州半岛附近,随后进入北部湾地区,并在广西第三次登陆我国,之后进入越南境内

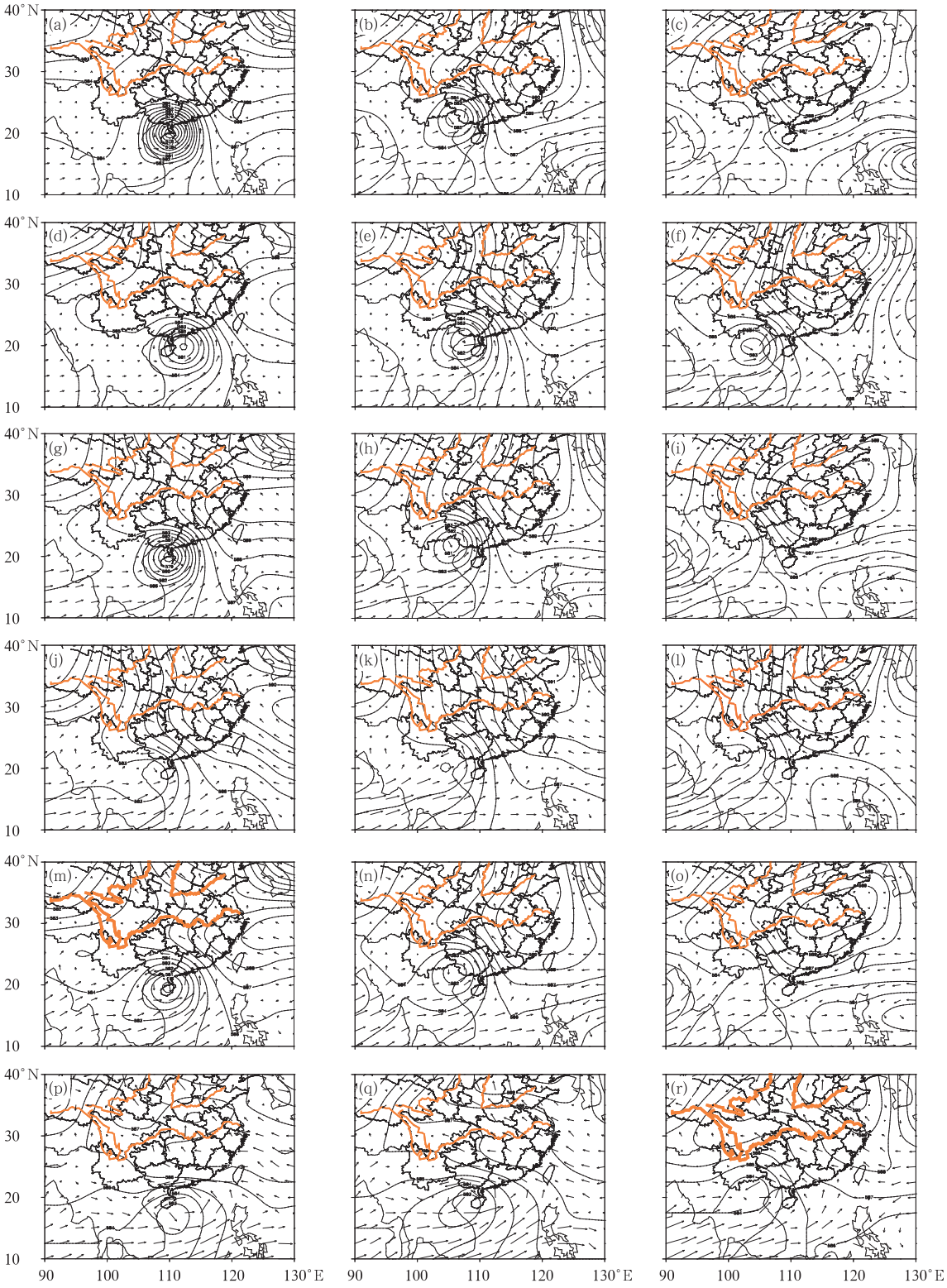


图 7 2014 年 7 月 18—20 日 T639(a~f)、ECMWF(g~l)及 JP(m~r)模式 500 hPa 高度场
和 850 hPa 风场零场(a~c,g~i,m~o)及 96 h 预报(d~f,j~l,p~r)
Fig. 7 The evolution curves of 00 h (a~c, g~i, m~o) and 96 h (d~f, j~l, p~r) 500 hPa
geopotential height field and 850 hPa wind field calculated by T639 (a~f), ECMWF (g~l)
and JP (m~r) models from 18 to 20 July 2014

且强度迅速减弱。对比 7 月 18 日 20 时的 3 家模式零场和 96 h 预报场,可以发现 3 家模式预报台风中心位置均较零场偏南,且台风强度预报偏弱,尤其是 ECMWF 模式,预报场上没有明显的台风环流。对 7 月 19 日 20 时“威马逊”在中越边境的位置,T639 和 JP 模式预报较零场略偏南,ECMWF 模式预报位置偏南且强度明显偏弱。7 月 20 日 20 时,“威马逊”趋于消亡,副高西伸南压,3 家模式对副高南压的变化趋势均没有明显体现。

综上所述,3 家模式对超强台风威马逊的中心位置与强度的预报均存在不同程度的偏差,对后期副高南压的变化趋势表现不明显。比较而言,T639 模式 96 h 预报对形势场和台风中心位置的预报最接近实况,而 ECMWF 模式对台风强度的预报较零场明显偏弱。

4 结 论

本文通过对 T639、ECMWF 及日本模式中后期预报产品的检验,主要得出以下几点结论。

(1) 对 2014 年 6—8 月 500 hPa 西风指数的变化趋势,3 家模式 120 h 预报均表现较好,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,其中,ECMWF 模式的预报效果明显优于其他两家模式。

(2) T639 和 ECMWF 模式对副高强度的变化趋势把握较好,但在强弱转变的时间点上存在不同程度的偏差。两家模式对副高稳定时期的脊线位置均把握较好,但对副高北跳的时间,两家模式均预报偏早。对副高西脊点的预报,T639 模式在 6 月下旬

到 7 月下旬,对副高西伸的幅度预报较零场偏小,8 月的预报存在偏东的系统性偏差,ECMWF 模式预报与零场较为一致。

(3) 对 850 hPa 温度的预报,3 家模式对南方地区的预报效果均优于北方地区,3 家模式对北方地区的较强降温过程预报效果偏差。总体而言,ECMWF 模式对南、北方 850 hPa 温度的整体变化趋势把握较好,预报性能明显优于其他两家模式。

(4) 3 家模式对超强台风威马逊的中心位置与强度的预报均存在不同程度的偏差,且未能预报出后期副高南压的变化趋势。比较而言,T639 模式对形势场和台风中心位置的 96 h 预报效果最好,而 ECMWF 模式对台风强度的预报较零场明显偏弱。

参考文献

- 关月,何立富. 2014. 2014 年 6 月大气环流和天气分析. 气象,40(9): 1159-1164.
- 国家气候中心. 2014. 2014 年夏季气候特征及异常成因分析.
- 刘为一. 2014. 2014 年 3—5 月 T639、ECMWF 及日本模式中后期预报性能检验. 气象,40(8):1019-1025.
- 蒋星,蔡芴宁. 2011. 2011 年 6—8 月 T639、ECMWF 及日本模式中后期预报性能检验. 气象,37(11):1448-1452.
- 康志明. 2009. 2009 年 6—8 月 T639、ECMWF 及日本模式中后期预报性能检验. 气象,35(11):143-149.
- 唐健,代刊. 2014. 2014 年 7 月大气环流和天气分析. 气象,40(10): 1286-1292.
- 杨超,许映龙. 2014. 2014 年 8 月大气环流和天气分析. 气象,40(11):1414-1428.
- 张博,李勇. 2013. 2013 年 6—8 月 T639、ECMWF 及日本模式中后期预报性能检验. 气象,39(11):1514-1520.
- 赵晓琳. 2012. 2012 年 6—8 月 T639、ECMWF 及日本模式中后期预报性能检验. 气象,38(11):1423-1428.