

尹 珊, 2015. 2015 年 6—8 月 T639、ECMWF 及日本模式中期预报性能检验. 气象, 41(11):1417-1424.

2015 年 6—8 月 T639、ECMWF 及 日本模式中期预报性能检验^{*}

尹 珊

国家气象中心, 北京 100081

提 要: 对 2015 年 6—8 月 T639、ECMWF 及日本(文中简称 EC 和 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: 三个模式对亚洲中高纬环流形势的调整和演变具有较好的预报性能, 其中 EC 模式的预报效果最好. EC 模式对西太平洋副热带高压的预报较为准确, T639 模式的预报与实况存在一定偏差. 三个模式均能较好地预报出 2015 年 7 月新疆持续性高温天气, 且对北方地区 850 hPa 温度的预报较零场均偏高. 在南方地区, 三个模式预报的温度偏差比北方地区小, EC 模式的预报效果优于 T639 和 JP 模式. 对于 1513 号台风苏迪罗, T639 模式较好地预报了台风的登陆位置和路径变化, 强度预报略偏强, 而 EC 模式预报的台风登陆时间偏早.

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.1000-0526.2015.11.012

Performance Verification of Medium-Range Forecasting by T639 and ECMWF and Japan Model from June to August 2015

YIN Shan

National Meteorological Centre, Beijing 100081

Abstract: The results show that all of the three models can predict the variation and adjustment of the atmospheric circulation over Asian middle and high latitude areas well, of which ECMWF model performs the best. The ECMWF model has a good performance in predicting the activity of western Pacific subtropical high, while the prediction of T639 model shows some biases compared with the observation. The three models can predict the persistent high-temperature in Xinjiang in July 2015 well and the prediction for 850 hPa temperature is a little higher than observation in Northern China. For Southern China, the three models have smaller biases in temperature prediction than for Northern China, and the ECMWF model has better performance than T639 and Japan model. As far as Typhoon Soudelor (No. 1513) is concerned, T639 model performs better in predicting its track and landing position, although the predicted intensity is a little higher. The predicted landing time of Soudelor by ECMWF model is earlier than the observation.

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

1 6—8 月天气概况

2015 年 6—8 月, 全 国 平 均 降 水 量 为

297.6 mm, 较常年同期(325.2 mm)偏少 8.5%。从空间分布看, 我国中东部大部地区降水总体呈“北少南多”的态势。华北大部、西北地区东部、黄淮大部、东北地区西南部和西藏中部等地降水偏少 2~5 成,

^{*} 2015 年 9 月 20 日收稿; 2015 年 10 月 19 日收修定稿
作者: 尹珊, 主要从事中短期天气预报和极端天气气候事件研究. Email: yinshan21@sina.com

局部偏少 5 成以上;华北地区平均降水量为 213.4 mm,较常年同期偏少 25.1%,为 2000 年以来最少。江淮、江南东北部、贵州东南部、新疆东部和西部部分地区、西藏西部局部等地降水偏多 2 成至 1 倍,局部偏多 1 倍以上(国家气候中心,2015)。

6—8 月,全国平均气温为 21.2℃,较常年同期(20.9℃)偏高 0.3℃。从空间分布看,全国大部地区气温接近常年同期或偏高,其中新疆北部和西南部、内蒙古东部、黑龙江北部局部气温偏高 1~2℃;而安徽南部局部气温偏低 1~2℃。7 月新疆平均气温为 26.0℃,较常年同期(23.4℃)偏高 2.6℃,为 1961 年以来历史同期最高值(国家气候中心,2015;陈博宇等,2015;沈晓琳等,2015;张芳等,2015)。

2015 年 6—8 月,在西太平洋和南海共生成 9 个热带气旋,较常年同期(11.6 个)略偏少,其中 6、7 月分别有 2 和 4 个台风生成,与常年同期基本持平,8 月有 3 个台风生成,较常年同期略偏少。三个月内共有 4 个台风登陆我国,接近常年同期(4.5 个)。今年第 8 号台风鲸鱼于 6 月 22 日 18:50 在海南省万宁市沿海登陆,是今年以来首个登陆的台风。7 月出现了三个台风(“灿鸿”、“莲花”和“浪卡”)共存的现象。8 月第 13 号台风苏迪罗两次登陆后深入内陆,成为今年以来影响我国范围最广的台风(陈博宇等,2015;沈晓琳等,2015;张芳等,2015)。

2 资 料

本文选取 2015 年 6—8 月 T639、ECMWF(下文简称 EC)及 Japan(下文简称 JP)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三个模式的 500 hPa 高度场、850 hPa 温度场和风场,资料分辨率均为 $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ 。模式预报的西太平洋副热带高压(下文简称副高)脊线和西伸脊点根据各自的 500 hPa 高度场和风场计算得到。

3 模式中期预报性能检验

3.1 亚洲中高纬环流形势预报检验

西风指数可以反映中高纬地区大尺度环流形势的演变和调整,是中期预报最常用的重要指标之一,通过检验西风指数可以了解数值模式对中高纬地区

对流层中层大尺度环流形势调整与演变的中期时效预报性能(康志明,2009;赖芬芬,2015;张峰,2014)。图 1 给出了 2015 年 6—8 月 T639、EC 及 JP 模式零场与 96~144 h 预报时效西风指数的相关系数。由图可知,在 144 h 预报时效内,EC 模式的预报效果明显优于 T639 和 JP 模式,各时效预报和零场的相关系数均在 0.7 以上。JP 模式的预报效果仅次于 EC 模式。T639 模式 96 和 120 h 时效对 2015 年夏季西风指数的变化具有一定的预报能力,但其 144 h 时效预报与实况差距较大,指示意义较差。随着时效的延长,三个模式的预报误差均有不同程度的增大,JP 和 T639 模式与 EC 模式预报能力的差距也逐渐增大。

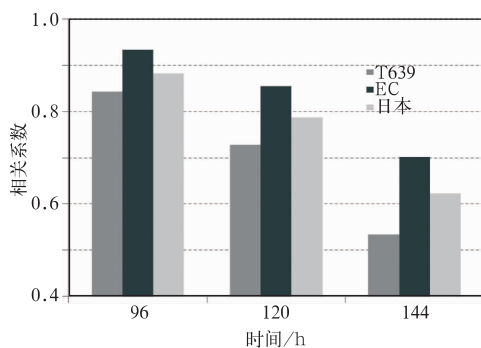


图 1 2015 年 6—8 月 T639、EC 及 JP 模式的零场与 96~144 h 预报西风指数相关系数

Fig. 1 Correlation coefficient of westerly index between 00 h and 96—144 h forecasting by T639, ECMWF and Japan models from June to August 2015

图 2 给出了用 2015 年 6—8 月 T639、EC 及 JP 模式位势高度零场(实线)及 120 h 预报场(虚线)计算的亚洲中高纬度西风指数的逐日演变。从三个模式的零场来看,6 月西风指数的高低指数调整较为剧烈,其中 6 月上旬西风指数整体偏低,由 150 dagpm 左右下降至 50 dagpm 以下,亚洲中高纬度环流的经向度明显增大,我国北方冷空气活动频繁。6 月上旬末至 6 月中旬指数出现了一次由低向高迅速回升并再次迅速下降的剧烈震荡,对应东北冷涡东移减弱入海后我国北方受高空平直西风控制,随后西风带逐渐调整成两槽一脊的环流演变过程。6 月下旬西风指数的变化与中旬类似,但幅度略小,该旬中后期江淮、黄淮、西北地区东部、四川东南部等地出现了两次强降水过程,江淮地区于 6 月 24 日入

梅。7 月,西风指数整体呈现小振幅波动上升态势,多数时段较常年同期偏高,我国北方降水过程偏少偏弱,全国平均降水量(88.7 mm)较常年同期(120.6 mm)偏少 26.5%,为 1951 年来历史同期最少(沈晓琳等,2015)。8 月上旬和中旬指数维持在 200 dagpm 附近,这一时期共有 3 次较强降水过程发生,分别是 8 月 2—3 日、8—10 日和 16—18 日。8 月下旬指数出现高低指数转换,亚洲中高纬环流发展成两槽一脊型。

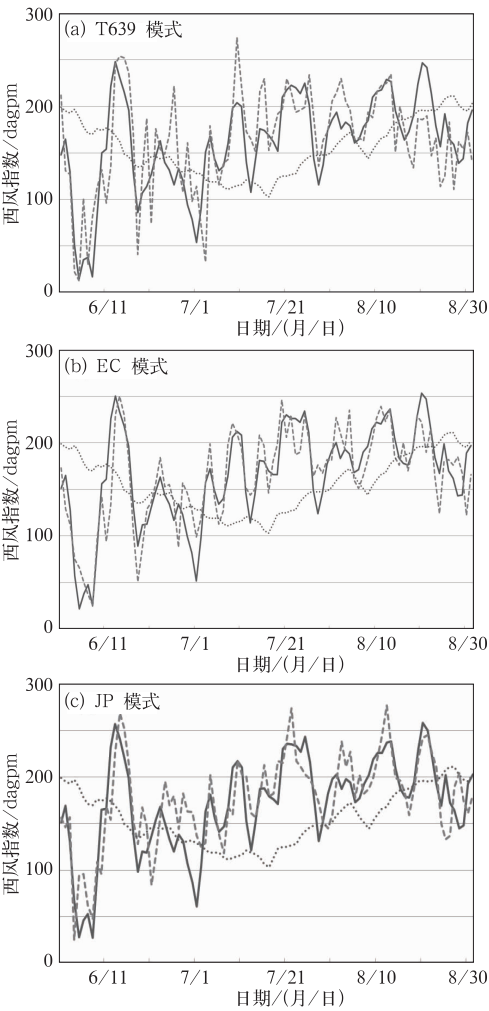


图 2 2015 年 6—8 月 T639(a)、EC(b) 及 JP 模式(c)零场(实线),120 h 预报(虚线)与气候平均(点线)的西风指数逐日演变曲线

Fig. 2 Daily evolution curves of westerly index of 00 h (solid line), 120 h (dashed line) forecasting and climatology (dotted line) calculated by T639 (a), ECMWF (b) and Japan (c) models from June to August 2015

整体来看,三个模式对 2015 年 6—8 月西风指数的变化趋势均表现出较好的中期预报能力,但对每次大尺度环流形势调整幅度和时间的把握略有差异,其中 EC 模式预报效果较好,JP 模式次之,T639 模式表现略差。对 6 月初西风指数由高值向低值的调整,三个模式均有较好的反映。三个模式都能准确地预报出 6 月中旬指数回升至高位的调整。对 6 月中下旬指数的剧烈震荡,EC 模式预报与实况较一致,T639 模式预报调整幅度过大,JP 模式漏报了 6 月下旬环流的再次转换。对 7 月至 8 月中旬指数的波动上升过程,EC 和 JP 模式的预报效果较好,T639 模式在 7 月上旬末出现了虚假的高指数预报。对 8 月下旬指数由高值向低值的波动调整,EC 和 JP 模式表现较好,T639 模式低估了调整幅度且预报误差较大。

3.2 西太平洋副高预报检验

西太平洋副高是夏季影响我国的主要天气系统之一,副高脊线的位置变化和脊点的东伸西退与我国夏季雨带的南北推移及强降水中心的分布有着密切的联系。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之一(赵晓琳,2012;张博等,2013;张峰,2014)。本文选取 T639 与 EC 模式对副高脊线和西脊点位置的预报进行分析,由此检验两个模式在中期时效内对副高的预报能力。

通过对 T639 和 EC 模式零场和 120 h 预报的副高 120°E 脊线位置的检验可知(图 3,当副高主体偏东、586 gpm 线未达到 120°E 时,脊线指数设为缺测),在 6 月上旬和中旬,副高脊线维持在 20°N 附近,对应这一时期江南及长江中下游地区的梅雨期。此后 6 月 23 日副高脊线北抬至 26.5°N,对应 24 日江淮梅雨期的开始,6 月下旬雨带维持在江淮及黄淮地区。对 6 月副高脊线的稳定维持及北抬,两个模式都有较好的预报能力。就逐日变化而言,EC 模式 120 h 预报较 T639 模式与零场更吻合。7 月上旬后期,副高由带状转为块状,脊线北跳至 40°N 附近后南落。随着 7 月中旬初期台风灿鸿的北行和台风莲花的减弱,副高脊线再度逐渐北抬,至 8 月上旬达到 35°N 附近。两个模式都较好地预报出 7 月上、中旬副高脊线北抬与南落以及随后逐步北推的

过程,但对脊线位置调整的时间,T639 模式与实况差距较大,在不同阶段 120 h 预报存在超前或滞后的情况。8 月副高脊线逐渐南落,在 8 月上旬后期及下旬前期存在两次明显的南撤,对此两个模式的预报均与零场较为接近。整体而言,EC 模式对副高脊线的预报能力优于 T639 模式。

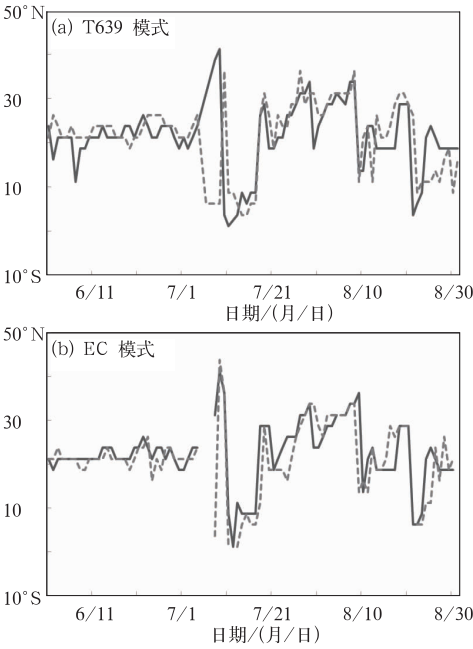


图 3 2015 年 6—8 月 T639(a)和 EC(b)模式零场(实线)与 120 h 预报(虚线)副高 120°E 脊线位置逐日演变曲线
Fig. 3 Daily evolution curves of 00 h (solid line) and 120 h (dashed line) forecasting ridge line of subtropical high along 120°E calculated by T639 (a) and ECMWF (b) models from June to August 2015

图 4 给出了 T639 和 EC 模式零场和 120 h 预报副高西脊点的逐日变化情况。两个模式在 6 月上旬中期都预报出一个虚假的副高东退现象。对于 6 月下旬至 7 月中旬的副高西脊点变化,T639 模式 120 h 预报在大部分时段里较零场明显偏东,EC 模式的预报相对而言较为准确。7 月下旬至 8 月中旬副高西伸东退的变化较为频繁,两个模式的 120 h 预报都较好地反映出这一特点。8 月下旬副高西脊点再次东退至 130°E 附近,随后小幅度西伸,两个模式对这一时段副高西脊点的位置预报偏东,EC 模

式的预报误差小于 T639 模式。

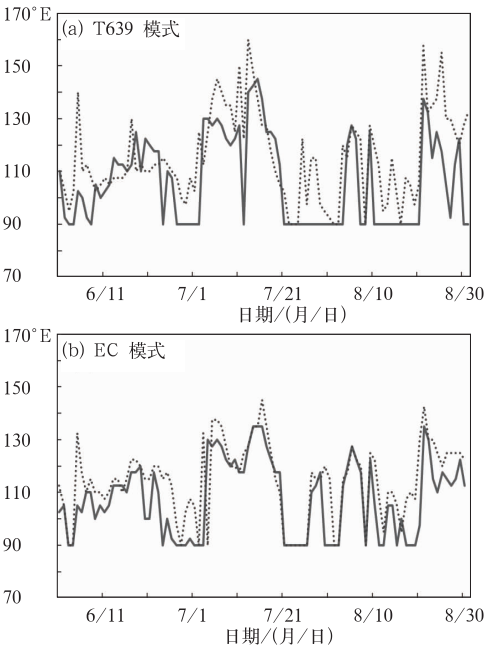


图 4 2015 年 6—8 月 T639(a)和 EC(b)模式零场(实线)与 120 h 预报(虚线)副高西脊点位置逐日演变曲线
Fig. 4 Daily evolution curves of 00 h (solid line) and 120 h (dashed line) forecasting westerly ridge point of subtropical high calculated by T639 (a) and ECMWF (b) models from June to August 2015

3.3 850 hPa 温度变化趋势预报检验

850 hPa 温度的变化通常能较好地反映大气的冷暖变化,对地面气温的预报有较好的指示意义,是中期温度预报的重要参考指标之一。为了更全面地了解和掌握数值模式的中期预报性能,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 T639、EC 和 JP 三个模式对 850 hPa 温度变化的中期预报能力(图 5)。

从 6—8 月 850 hPa 温度的整体变化可以看出,我国北方地区气温变化幅度较大,季节内的最大温差可达 12℃ 以上,而南方地区的气温变化则较温和,季节内最大温差为 7℃ 左右。我国北方地区 850 hPa 温度在 8 月中旬前基本呈现缓慢上升的态势,随后波动下降,三个模式的 120 h 预报都能较好

把握这一变化趋势。在北方地区,6 月至 7 月中旬期间 T639 和 EC 模式 850 hPa 的逐日温度预报较实况以偏高为主,而 JP 模式几乎在整个夏季对 850 hPa 温度预报较实况都明显偏高(6—8 月 T639、EC 和 JP 模式的平均预报偏差分别为 0.73、0.50 和 1.31℃)。6 月北方地区多次受弱冷空气影响,温度变化较为频繁,三个模式都能较好地预报出这一特点。对 6 月下旬至 7 月上旬温度先升后降的变化,对升温期间的温度变化幅度,T639 模式预报偏大,EC 模式预报较准确,JP 模式预报偏小,而其中的降温过程三个模式都低估了冷空气的降温幅度。对 8 月中下旬北方这种较长时间的缓慢降温,

三个模式 120 h 预报都有较好的预报能力。对于南方地区,三个模式 6—8 月的温度预报偏差比北方地区小。EC 模式 120 h 预报对南方地区今年夏季逐日温度变化的把握优于 T639 和 JP 模式,上述三个模式零场和 120 h 预报场逐日温度的相关系数分别为 0.83、0.54 和 0.66。6—8 月,T639 模式对 850 hPa 温度预报较零场以偏低为主,EC 和 JP 模式的预报和零场较接近。对南方地区 7 月上旬、中下旬和 8 月中旬后的三次降温过程,T639 模式预报的降温幅度较零场偏小,降温时间也有一定偏差,EC 和 JP 模式的预报与零场较一致,表现出对南方降温过程较好的预报能力。

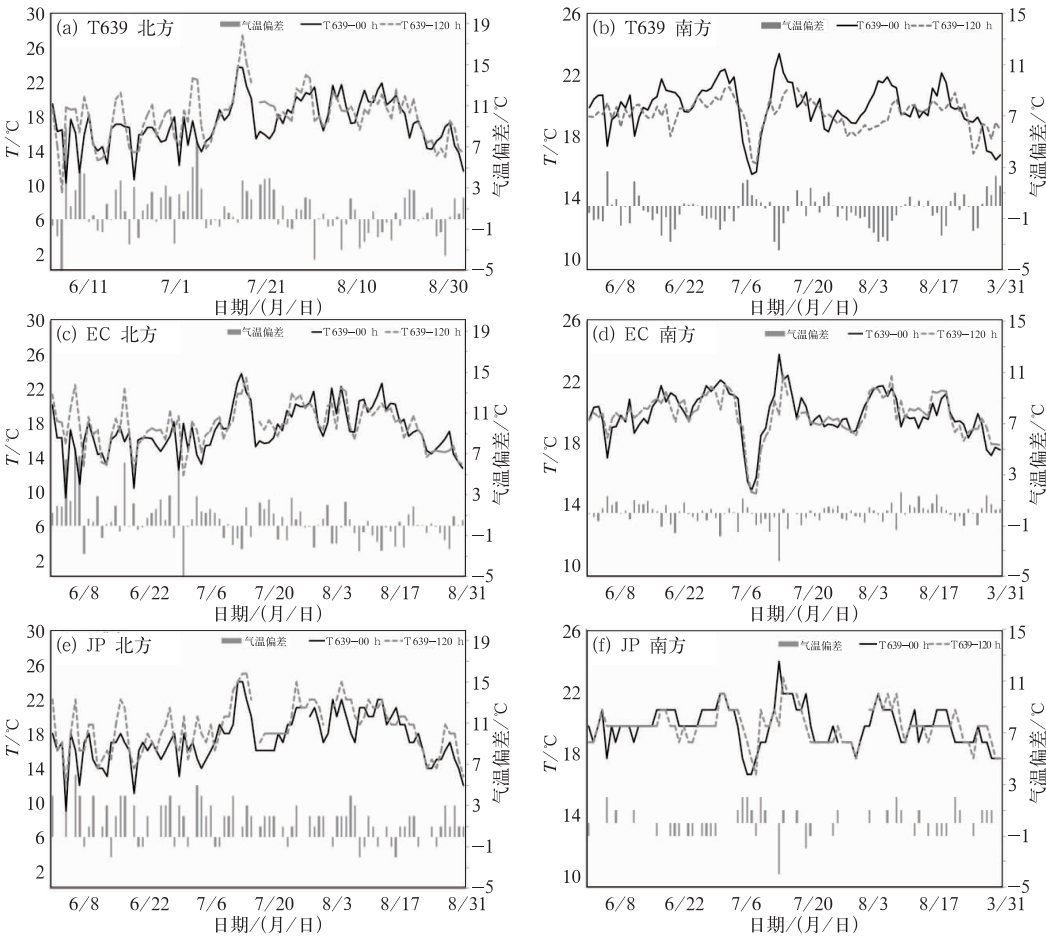


图 5 2015 年 6—8 月 T639(a, b)、EC(c, d)及 JP(e, f)模式零场(实线)与对应的 120 h 预报(虚线)850 hPa 温度随时间演变曲线及预报偏差(柱状)
(a, c, e) 北方, (b, d, f) 南方

Fig. 5 Daily evolution curves of 00 h (solid line) and 120 h (dashed line) forecasting temperature at 850 hPa and their bias (histogram) by T639 (a, b), ECMWF (c, d) and JP (e, f) models in Northern China (a, c, e) and Southern China (b, d, f) from June to August 2015

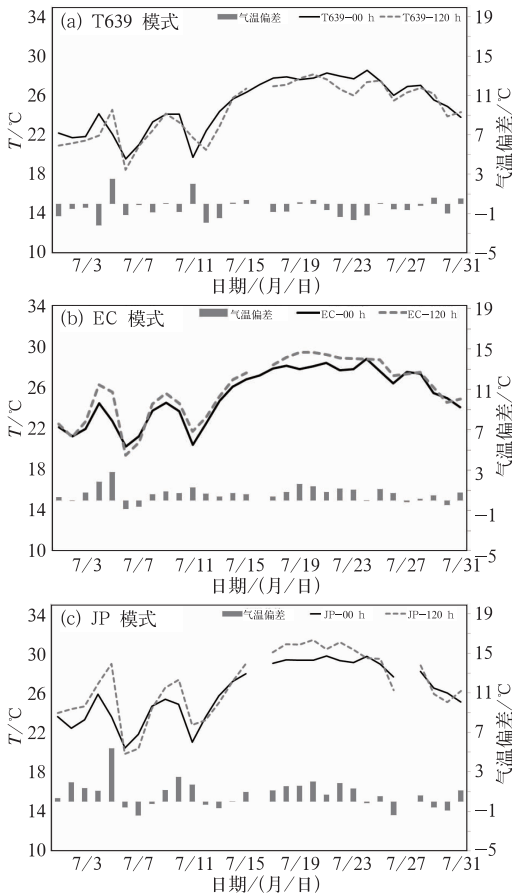


图 6 2015 年 7 月 T639(a)、EC(b)及 JP(c)模式
零场(实线)与对应的 120 h 预报(虚线)
在新疆及其周边地区的 850 hPa 温度随时间
演变曲线及预报偏差(柱状)

Fig. 6 Daily evolution curves of 00 h (solid line)
and 120 h (dashed line) forecasting temperature
at 850 hPa and their bias (histogram) in Xinjiang
and surrounding areas by T639 (a), ECMWF (b)
and JP (c) models in July 2015

2015 年 7 月,新疆出现历史罕见的持续性高温天气。该月新疆的平均气温 26.0°C ,较常年同期 (23.4°C) 偏高 2.6°C ,为 1961 年以来历史同期最高值。下文通过考察 7 月 T639、EC 和 JP 模式在新疆及其周边地区 ($37.5^{\circ}\sim 47.5^{\circ}\text{N}$ 、 $75^{\circ}\sim 95^{\circ}\text{E}$) 的 850 hPa 温度变化,检验三个模式对新疆这次持续性高温天气的预报能力(图 6)。由温度的零场和 120 h 预报逐日演变曲线可知,三个模式对 2015 年 7 月中、下旬新疆的持续性高温有较好的预报能力,其逐日温度零场和 120 h 预报的相关系数均超过 0.9。T639 模式预报升温时间略晚于零场,且在高温持续的大部分时段内其预报气温比实况略低。EC 和

JP 模式能较准确地把握气温开始上升的时间及高温持续时段内气温趋势的变化。EC 模式的 120 h 预报较实况略偏高,存在系统性偏差。JP 模式对 7 月中旬后期至下旬前期的高温预报较实况明显偏高,对随后高温缓解时段,其温度预报误差不稳定。

3.4 台风预报能力检验

2015 年 6—8 月共有 4 个台风登陆我国,其中第 13 号台风苏迪罗先后在台湾和福建登陆,并深入内陆,影响台湾、广东、福建、浙江、上海、江西、湖南、湖北、河南、安徽、江苏等 11 个省(市),影响范围广、风雨强度大,是今年以来影响我国范围最广的台风。因此,本文以台风苏迪罗为例,分析 T639、EC 和 JP 模式对台风路径和强度的中期预报能力。

1513 号台风苏迪罗于 7 月 30 日晚在西北太平洋洋面生成,8 月 8 日 04:40 在台湾花莲第一次登陆,登陆时为强台风级,中心附近最大风力 15 级 ($48\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$),中心最低气压 940 hPa;8 日 22:10 在福建省莆田市秀屿区再次登陆,登陆时为台风级,中心附近最大风力 13 级 ($38\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$),中心最低气压 970 hPa。登陆后“苏迪罗”先向西北方向移动,后在江西北部转向北偏东方向,强度逐渐减弱,于 10 日 17 时在安徽省境内停编。8 月 7—12 日“苏迪罗”在江南中部和东部、华南东部、江淮大部累计降水量在 50 mm 以上,江苏中部、浙江南部和福建东北部有 100~250 mm,局地大于 250 mm。据统计,“苏迪罗”导致福建、浙江、安徽、江西、江苏 5 省 773.5 万人受灾、96.9 万人紧急转移安置、 $48.4\times 10^4\text{ hm}^2$ 农作物受损,直接经济损失 181.9 亿元。为比较各个模式对台风强度及移动路径的预报能力,本文选取 8 月 7 日 20 时、8 日 20 时和 9 日 20 时 3 个时次的 850 hPa 风场及 500 hPa 高度场进行分析对比。

从三个模式的零场(图 7)可以看到,7 日 20 时“苏迪罗”的中心位于台湾东南洋面上,强度较强。随后,强度略有减弱,并横穿台湾,8 日 20 时位于近浙江东南部的台湾海峡海面上。8 日 22 时,“苏迪罗”在福建省莆田市登陆后向东北方向移动进入江西,移速减慢,强度逐渐减弱。在 9 日 20 时其中心位置位于江西抚州市以南约 30 km 处,强度减弱为热带风暴级。对比 7 日 20 时三个模式的零场和 120 h 预报发现,EC 模式预报的台风中心位置与零场较为接近,T639 和 JP 模式预报的偏东偏南,三个模式对台风强度的预报都较准确。8 日副高北抬,

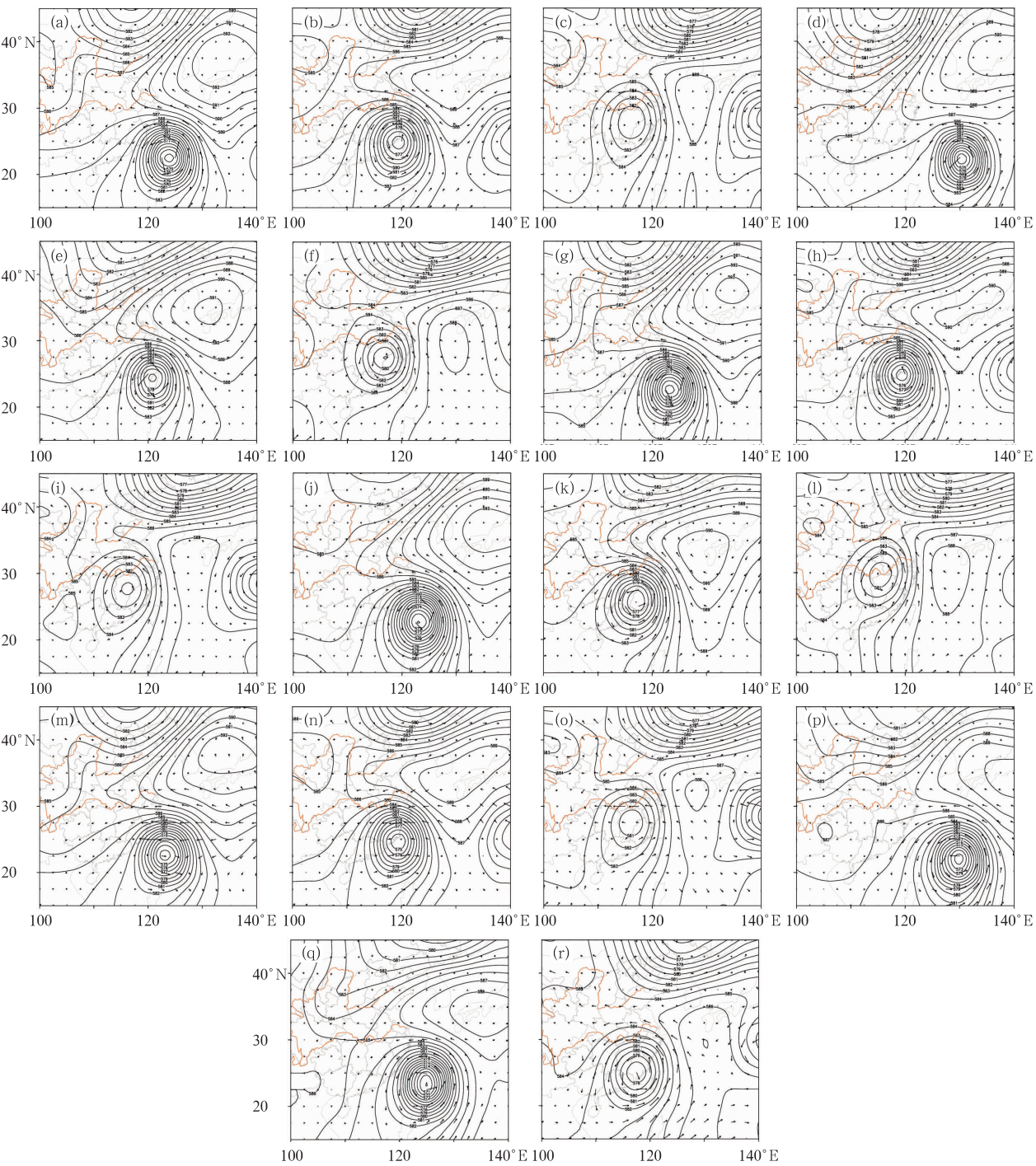


图 7 2015 年 8 月 7—9 日 T639(a~f)、EC(g~l)及 JP(m~r)模式 500 hPa 高度场
和 850 hPa 风场零场(a~c, g~i, m~o)及 120 h 预报(d~f, j~l, p~r)
Fig. 7 Daily evolution curves of 00 h (a~c, g~i, m~o) and 120 h (d~f, j~l, p~r)
forecasting of 500 hPa geopotential height and 850 hPa wind by T639 (a~f),
EC (g~l) and JP (m~r) models on 7, 8 and 9 August 2015 respectively

“苏迪罗”登陆台湾后入海,三个模式预报误差较前期增大:T639 模式 120 h 预报的 8 日 20 时台风中心位置较零场略偏东,移速略慢;EC 模式预报的台风移速过快,台风中心位置预报至福建西南部,对台风的登陆时间预报偏早;JP 和 EC 模式相反,其预报的台风移速过慢,还未登陆台湾。8 日 20 时副高呈东西带状分布,T639 和 EC 模式均未准确预报出此特点,但对副高北抬的趋势把握较为准确;JP 模

式副高位置预报明显偏南,这可能是其台风移速预报过慢的原因之一。“苏迪罗”两次登陆后 T639 和 JP 模式对其强度预报均略偏强,EC 模式的预报较准确。对 9 日 20 时台风中心位置预报,T639 模式略偏南,EC 模式偏北,JP 模式依旧明显偏南。

综上所述,三个模式对 1513 号台风苏迪罗中心位置和强度的中期预报均存在不同程度的偏差。T639 模式对台风登陆后的移动路径把握较好,强度预报略偏强,其登陆台湾前台风中心位置预报偏东偏南;EC 模式较好地预报出台风的强度及第一次登陆前的中心位置,但对登陆后的移速预报偏快,导致其台风中心位置预报偏北;JP 模式的台风登陆时间明显偏晚,强度与零场也有一定偏差。

4 结 论

本文通过对 T639、EC 及 JP 模式中期时效预报产品的检验,主要得到以下几点结论:

(1) 三个模式均能较准确地预报 2015 年 6—8 月亚洲中高纬大尺度环流的调整和演变,其中 EC 模式的预报效果最好,JP 模式次之,T639 模式的预报误差相对较大。

(2) T639 和 EC 模式对副高脊线的位置变化均有较好的预报能力,其中 EC 模式的效果更好,T639 模式对 7 月中旬脊线南北摆动的时间预报与零场有差异。EC 模式对副高西脊点的预报较准确,只在部分时段预报略偏东,T639 模式预报存在明显偏东的趋势。

(3) 对于 850 hPa 气温预报,三个模式对北方地区的气温预报较零场都略偏高,其中 EC 模式的预报偏差较小,T639 模式次之,JP 模式的预报明显

偏高。三个模式均能较好地预报出 2015 年 7 月新疆持续性高温天气,但低估了北方冷空气带来的剧烈降温幅度。在南方地区,三个模式气温预报误差小于北方地区。EC 和 JP 模式能较好地预报南方的降温过程,T639 模式对南方气温的变化趋势和幅度的预报能力略差。

(4) 三个模式对 1513 号台风苏迪罗的预报均存在不同程度的偏差。总体而言,T639 和 EC 模式的预报能力较好,T639 模式对台风两次登陆后的中心位置预报与零场较一致,强度略偏强;EC 模式对台风登陆后的移速预报偏快,导致其中心位置偏北,但对台风强度的预报表现较好;JP 模式的预报与零场差异较大。

参考文献

- 陈博宇,张芳华. 2015. 2015 年 6 月大气环流和天气分析. 气象, 41(9):1180-1186.
- 国家气候中心. 2015. 2015 年夏季我国气候异常特征及成因简析.
- 康志明. 2009. 2009 年 6—8 月 T639、ECMWF 及日本模式中期预报性能检验. 气象, 35(11):143-149.
- 赖芬芬. 2015. 2015 年 3—5 月 T639、ECMWF 及日本模式中期预报性能检验. 气象, 41(8):1036-1041.
- 沈晓琳,张芳华,周博坤. 2015. 2015 年 7 月大气环流和天气分析. 气象, 41(10):1339-1345.
- 张博,李勇. 2013. 2013 年 6—8 月 T639、ECMWF 及日本模式中期预报性能检验. 气象, 39(11):1514-1520.
- 张芳,张芳华. 2015. 2015 年 8 月大气环流和天气分析. 气象, 41(11):1425-1431.
- 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.
- 赵晓琳. 2012. 2012 年 6—8 月 T639、ECMWF 及日本模式中期预报性能检验. 气象, 38(11):1423-1428.