

2008年9—11月T639、ECMWF及 日本模式中后期预报性能检验

张 涛

(国家气象中心,北京100081)

提 要:为更好地应用T639模式中后期预报产品,对2008年9—11月T639模式的96小时预报进行天气学检验,并与ECMWF、日本全球数值模式的产品进行了对比分析。结果表明:3种模式均对亚洲中高纬环流形势的调整和演变具有较好的中期预报性能,对转折性、灾害性天气的预报有较强指示意义。综合来看,ECMWF模式对主要天气系统及要素的预报最接近实况;日本模式和T639模式预报表现稍差,稳定性不如ECMWF模式,特别是对0814号强台风黑格比的96小时预报基本失败。

关键词:T639模式 中期天气预报 天气学检验

The Performance Verification of Medium-range Forecasting for T639 and ECMWF and JAPAN Model from September to November 2008

Zhang Tao

(National Meteorological Center, Beijing 100081)

Abstract: In order to improve the ability to use the products of T639, some synoptic verification about its medium-range forecasting for 2008 autumn is made in comparison with the NWP of ECMWF and Japan models. The results show that the three models have good performances in the aspect of predicting the large-scale circulation evolution and adjustment in Asian middle and high latitude area, and they all show significant indication to forecast the transition and the weather disaster. As a whole, ECMWF model is better in forecasting key weather systems compared with the T639 and Japan models. Especially, T639 and Japan models have failed in predicting path and intensity of strong typhoon HAGUPIT, whereas ECMWF model are relatively accurate.

Key Words: T639 model medium-range forecasting synoptic verification

1 9—11月天气气候概况

1.1 气温

9—11月全国平均气温为 10.2°C ,比常年同期(9.2°C)偏高 1.0°C 。与常年同期相比,除西藏东部气温偏低外,全国大部地区气温偏高,其中西北大部、东北和内蒙古大部、华北大部、黄淮北部、江淮、江南、华南中东部及贵州大部、四川中部、重庆、云南东部等地偏高 $1\sim 2^{\circ}\text{C}$ 。全国出现五次主要降温过程。其中10月下旬前期,东北大部、华北北部、西北北部及湖南、贵州等地的部分地区过程降温达 $10\sim 15^{\circ}\text{C}$,甘肃、宁夏、黑龙江、新疆、青海、内蒙古等地出现降雪,部分地区交通受到影响;11月中旬,东北大部及内蒙古东部部分地区过程降温达 $16\sim 20^{\circ}\text{C}$,山西、山东、辽宁等地出现2008年入冬以来首场降雪。

1.2 降水

9—11月全国平均降水量为 133.0mm ,比常年同期偏多 12.9mm ,是2001年以来同期最多。但降水量空间分布不均,与常年同期相比,西北中部和东北部、华北北部和内蒙古中西部、大兴安岭地区北部、华南西部及贵州、湖南、四川东北部、西藏西南部等地降水量偏多3成至2倍,部分地区偏多2倍以上;黄淮、江淮、东北东部和南部以及内蒙古东部、新疆南部等地偏少3~8成。辽宁平均降水量 62.4mm ,为1951年以来同期最少值。

1.3 主要天气气候事件

9—11月我国发生的主要天气气候事件有:1)南方遭遇1951年以来最强秋雨袭击。全国有10多个省(市、区)部分地区遭受暴雨袭击,局部发生洪涝及滑坡、泥石流灾害。其中,9月下旬四川地震灾区的暴雨、10月下旬至11月上旬南方持续强降水造成了较重损

失及严重人员伤亡。2)登陆台风多而集中;“黑格比”给华南造成严重损失。季内在西北太平洋和南海上共有9个热带风暴生成,比常年同期(11.5个)偏少;其中4个先后在我国登陆,比常年同期(2.4个)偏多,且登陆时间集中在9月14日至10月3日的20天内。3)部分地区出现阶段性秋旱。东北、华北、江南、西南及内蒙古等地的部分地区出现了阶段性气象干旱。9月27日至10月22日,东北大部及内蒙古东部、江南大部、西南地区中南部等地降水量较常年同期偏少3~9成,气温偏高 $1\sim 4^{\circ}\text{C}$,部分地区气象干旱一度发展加重。4)华南、江南等地出现高温天气。9月16—23日,华南、江南等地出现大范围持续高温天气。华南、江南极端最高气温一般为 $35\sim 38^{\circ}\text{C}$, $\geq 35^{\circ}\text{C}$ 的高温日数普遍在4天以上。5)10月西藏遭遇罕见雪灾。10月26—28日,西藏林芝、昌都、山南、那曲和日喀则地区出现了有气象资料以来降雪范围最广、降雪强度最大的雨雪天气过程。全区3个站过程降水量超过 100mm ,其中米林和错那的日降水量分别为 103mm 、 83.9mm ,均突破历史极值;全区7个站积雪超过 10cm 。受积雪融化、夜间晴空辐射降温和北部弱冷空气的影响,全区出现了大范围的降温天气。此次强降雪(雨)天气过程造成山南地区严重灾害。

2 资料

本文选取2008年9—11月T639、ECMWF及日本模式20时(北京时)实况分析场和96小时预报场进行中期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500hPa高度场、850hPa温度场和风场。T639模式资料分辨率为 $1.125^{\circ}\times 1.125^{\circ}$ 经纬网格、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。T639模式和

ECMWF 模式预报的西北太平洋副热带高压(以下简称副高)脊线根据各自的 500hPa 高度场和风场分析得到。

3 T639、ECMWF 和日本模式中期预报性能检验

3.1 亚洲地区中高纬环流形势演变和调整的预报检验

大气环流的中期演变主要表现为纬向环流阶段和经向环流阶段的相互转换、交替出现^[1],西风指数恰好反映了大气环流这种演变和调整,因此成为制作中期预报的重要参考依据。图1是根据2008年9—11月T639、

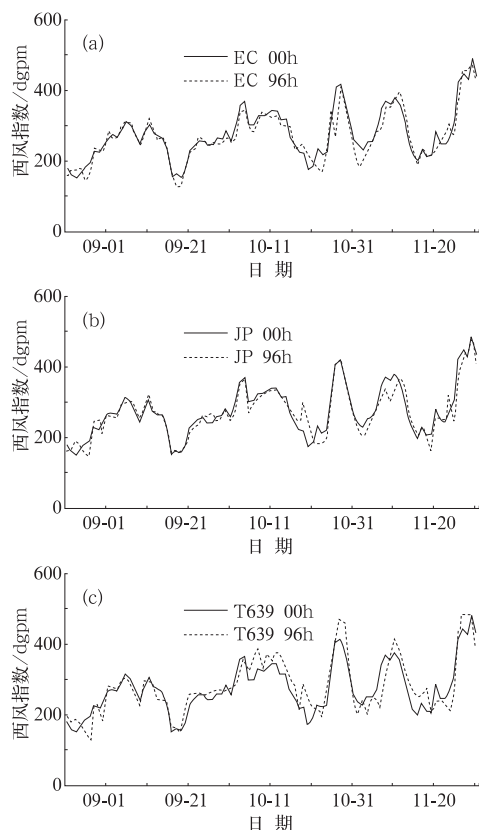


图1 2008年9—11月T639、ECMWF及日本模式00小时(实线)和对应的96小时(虚线)西风指数逐日演变曲线

ECMWF及日本模式500hPa高度实况分析和96小时预报计算所得的亚洲中高纬西风指数逐日演变曲线。

从三种模式实况分析来看,3个月中,西风指数有5次明显的波动,表明亚洲中高纬环流形势有5次明显的调整过程,对应5次环流由经向型向纬向型的调整和4次由纬向型向经向型的调整;其中前2次幅度相对较小而间隔长,2次调整周期有50天左右,期间高西风指数时间持续长,环流稳定在纬向型,后3次调整发生在约40天内,变化较剧烈。9月初环流为经向型,第一个高指数纬向型环流阶段是9月上旬后期至中旬,对应时期内冷空气不活跃,我国南方发生了秋老虎天气事件。第2个高指数阶段从9月下旬后期至10月中旬,对应这一时期东北、华北、江南、西南及内蒙古等地发生大范围的阶段性秋旱。这一次纬向型环流结束后的调整则对应了10月下旬我国2008年入秋以来的第一场较强冷空气过程,北方部分地区迎来初雪。第3次环流从纬向型向经向型的调整在11月上旬,这一时期我国南方多地出现了持续性强降水。第4次调整后的经向型环流持续时间较长,从11月上旬后期至中旬后期,对应气温变化剧烈,并且又一次出现了较强的冷空气过程,华北部分地区迎来初雪,11月下旬后期开始环流重新调整为纬向型,我国北方气温回升明显(见图3)。综合来看,3种模式都能较好的预报出西风指数的几次调整过程,96小时预报与实况呈同位相变化,只是在时间或强度上存在一些偏差。相比较而言,对于西风指数的小幅波动,ECMWF模式预报偏差比T639、日本模式小,T639和日本模式在后期调整剧烈的时期表现出稍微滞后的不足(如日本在第2次,T639在第2次和第4次纬向型向经向型的调整时)。

综合以上分析,3种模式对于亚洲中高纬大尺度环流的重大调整过程均有一定的预

报能力,对重大灾害性天气的中期预报有较好的指示意义。其中,ECMWF 模式对于西风指数的预报效果最好,对中高纬环流的小幅调整亦有较为准确的反映,日本模式和 T639 模式次之。

3.2 西北太平洋副热带高压的预报检验

秋季是我国盛行夏季风向盛行冬季风转换的季节,而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影响我国强降雨带分布及气温的重要因素,也能反映出季节转换的特点。因此,中期数值预报模式对副高的预报能力是衡量该模式预报性能好坏的重要标志之一。

为了进一步检验副高的演变,选取 ECMWF 模式和 T639 模式 120°E 副高脊线位置作为副高特征比较分析(日本模式没有提供 500hPa 风场资料,因此未进行计算)。由于热带风暴的影响,副高主体明显偏东,未达到 120°E 时,以 0 代替。

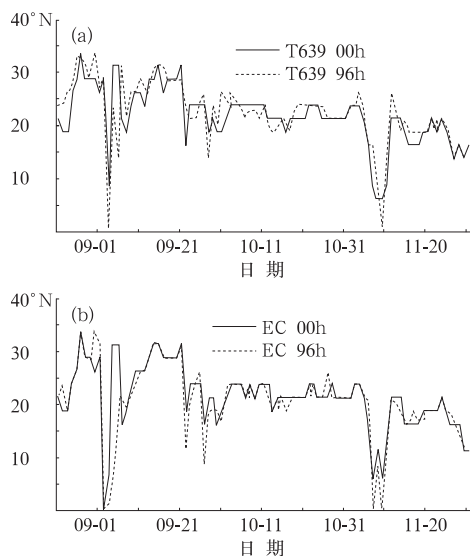


图2 2008年9—11月 T639 和 ECMWF 模式 00 小时(实线)和对应的 96 小时(虚线) 120°E 副高脊线时间演变曲线

如图 2 所示,2008 年 9 月的大部分时间内,副高较强,脊线偏北,尤其在 9 月中旬至月末的这段时间,副高稳定维持在 $25\sim 30^{\circ}\text{N}$ 之间,副高主体控制了江南和华南地区,造成了该地区的大范围高温天气;同时,副高的这个配置有利于华西地区的水汽输送,9 月下旬四川地震灾区的暴雨与此密切相关。而此前 9 月中旬前期副高有明显的不连续变化,其原因是由于 0813 号超强台风森拉克徘徊在我国台湾附近所致。9 月下旬,副高开始南撤,至 10 月下旬,脊线基本维持在 $22\sim 24^{\circ}\text{N}$ 之间,同时西风指数也处于高指数阶段(见图 1),说明这段时期是稳定的纬向型环流,不利于我国的降水,对应气候事件为东北、华北、江南、西南及内蒙古等地的阶段性干旱。10 月下旬之后,副高脊线变化剧烈,南方出现秋季强降水,随后副高南撤幅度加大,11 月中旬后,随一次较强冷空气的南下,副高脊线退至 20°N 以南。对于副高脊线的位置,ECMWF 和 T639 模式都有较好的预报能力,ECMWF 模式在几个稳定维持的阶段表现较好,基本与实况吻合,比 T639 模式偏差小;但两个模式在副高调整时期的预报都有一定的误差;而 T639 模式个别时次的预报偏差较大。

3.3 850hPa 温度趋势检验

为了解各模式对 850hPa 温度的预报性能,选取了 $(40^{\circ}\text{N}, 117.5^{\circ}\text{E})$ 和 $(25^{\circ}\text{N}, 115^{\circ}\text{E})$ 两个格点分别代表北方和南方地区,检验 3 家模式对 850hPa 温度变化趋势的中期预报能力。2008 年秋季我国大部地区气温偏高,且变化幅度不大。11 月开始,冷空气逐渐活跃,下面给出 11 月各家模式 850hPa 温度预报演变与分析对比(图 3)。从图中可以看出,不论南方还是北方,11 月有 3 次较明显的降温过程,分别在每旬的后期,南方略滞后于北方。各家模式基本都能较好地对气温变

化趋势做出预报,但综合看仍然是 ECMWF 的预报效果较好,不论是升降温幅度或是时间都与实况更为吻合,而 T639 和日本模式对温度变化幅度的 96 小时预报略偏小。几家模式在不同时期的不同地区各有细微的优

劣,在 11 月的几次过程中表现为:T639 对北方温度预报略偏低而对南方则略偏高,日本对前期温度预报略偏高而对后期则略偏低,ECMWF 对北方前期降温略滞后,升温略超前。

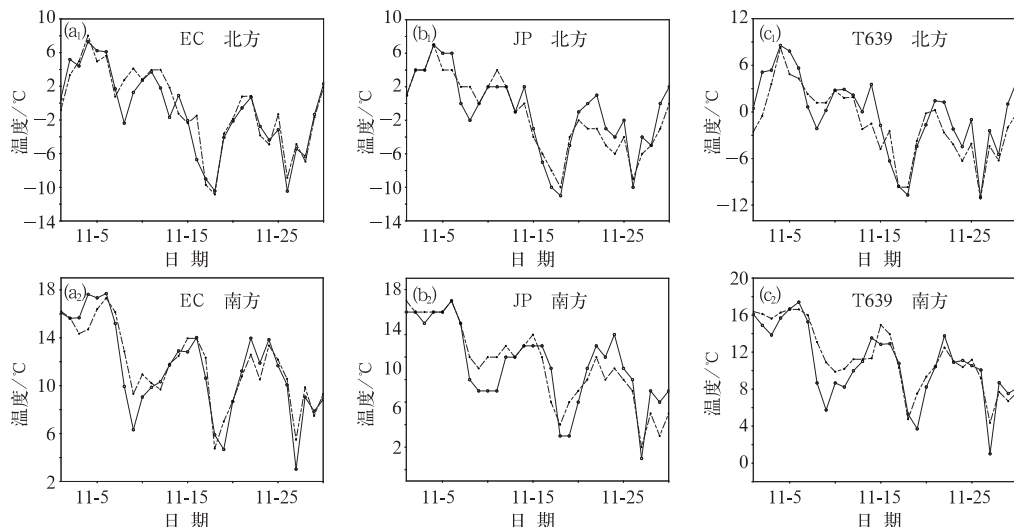


图 3 2008 年 9—11 月 T639、日本及 ECMWF 模式 00 小时(实线)和对应的 96 小时(虚线)850hPa 温度逐日演变曲线(°C)

3.4 台风的预报能力检验

2008 年秋季台风登陆活动次数多,时间集中。下文以登陆台风中强度最强、影响最严重的 0814 号强台风黑格比(HAGUPIT)为例分析 T639 模式对台风的预报能力。

第 14 号强台风黑格比于 9 月 19 日夜在菲律宾以东洋面上生成热带风暴,22 日下午加强为强台风,24 日早晨在广东省电白县沿海登陆,登陆时中心附近最大风力达 15 级($48\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)。“黑格比”具有强度强、移动快、影响范围广、破坏力大等特点。受其影响,广东、广西、海南、云南等地出现大到暴雨,部分地区出现大暴雨,两广南部及海南北部过程雨量一般有 $100\sim 200\text{ mm}$,广西南部部分地区在 200 mm 以上,局部地区超过

300 mm 。“黑格比”是 2008 年登陆我国大陆地区强度最强、造成损失最重的台风,广东、广西、海南、云南等四省(区)严重受灾。

“黑格比”生成后,处于强大的带状副热带高压南侧,受偏东气流的引导,路径稳定,但由于其强度强且移动变化快,因此有效预报时效较短,中期预报效果差。在登陆前的 2 天已经发展至强台风的阶段,3 家模式的 96 小时预报(图 4)都极不理想,ECMWF 预报虽报出了完整的台风环流,强度也近似,但是位置滞后约 5 个纬距。而日本和 T639 的 22 日预报甚至没有报出台风环流。在登陆前约 12 小时的 23 日,ECMWF 的预报只是位置滞后约不到 3 个纬距,强度相当,已具有较好的参考价值,日本模式预报的台风环流在实况位置东偏北约 10 个纬距,虽然比

T639 稍好,但其预报仍然是不可用的。从登陆后约 12 个小时的 24 日预报来看,ECMWF 无论是强度还是位置的预报效果都与实况较吻合,日本和 T639 的 96 小时预报仍然与实况有很大差距。综合来看,模式对此类移速快、强度大、发展快的台风中期预报效果

总体较差,甚至完全不可用,本例中 ECMWF 的预报情况较好。值得注意的是,台风个例不同,各模式预报性能差异较大,结合鲍媛媛^[2]、李勇^[3]、饶晓琴^[4]、蔡芎宁^[5]等人的分析结果,各家模式对台风预报各有优劣。

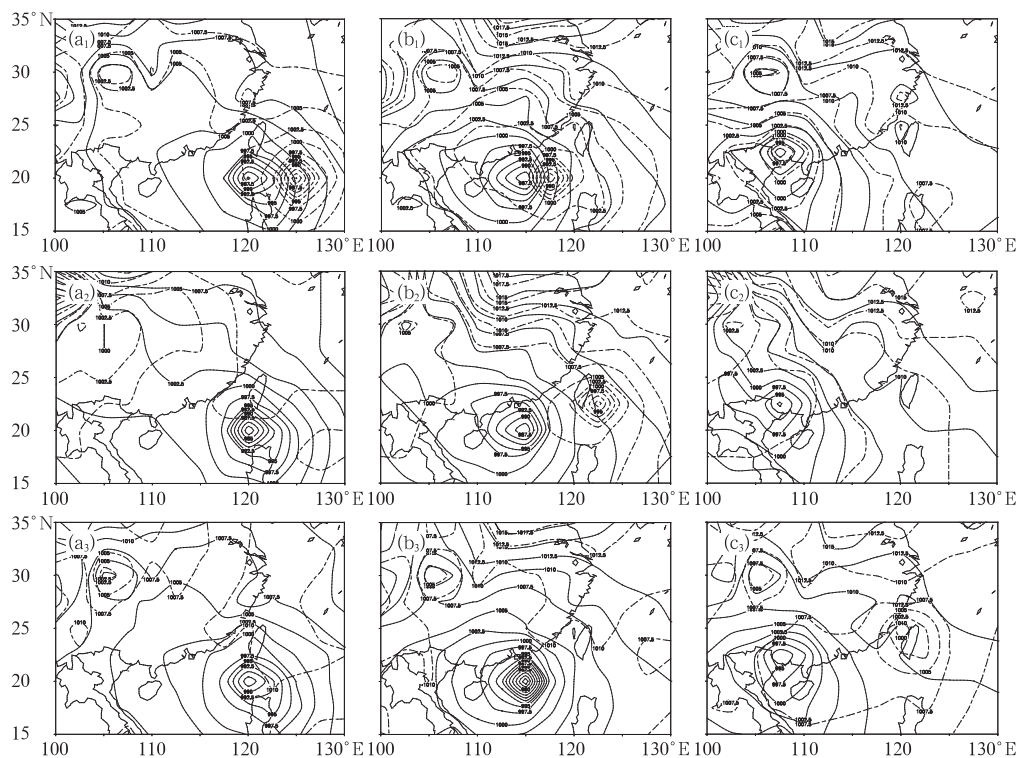


图4 2008年9月22、23和24日20时 ECMWF(a)、日本模式(b)及 T639
(c)海平面气压实况分析(实线)及96小时预报(虚线)(a1、b1、c1为22日;
a2、b2、c2为23日;a3、b3、c3为24日)

3.5 对西藏暴雪的预报检验

10月26—28日,西藏东部发生了历史罕见的暴雪(雨)天气过程,其形成的主要原因有:1)孟加拉湾热带风暴减弱北上,携带了大量水汽;2)西风带对流层中层南支槽加深缓慢东移并在孟加拉湾附近停滞,西藏东部正位于南支槽前;3)低层有强盛的偏南暖湿急流从孟加拉湾北上垂直爬升上高原;4)西

藏东南部正位于200hPa高空急流入口区的右后方。综合以上几点,高空槽前的正涡度输送、强盛的水汽输送、高低空急流耦合以及地形抬升作用共同触发了此次强降水过程。下面就简单分析检验下3家模式对于此次过程中南支槽和低空急流的预报情况。

如图5所示,3家模式对西藏暴雪的主要影响天气系统南支槽都有较好的预报表现,但ECMWF的强度和位相预报都优于日

本和 T639, T639 的强度预报好于日本, 但位置有偏差, 略偏西。从图 6 可以看出, ECMWF 和日本模式对于孟加拉湾北上的低空急流都能够预报出来, 但强度都偏小, ECMWF

又比日本模式的效果略好, 而 T639 无论对于急流的方向还是强度预报都较差, 基本未能反映出实况特点。

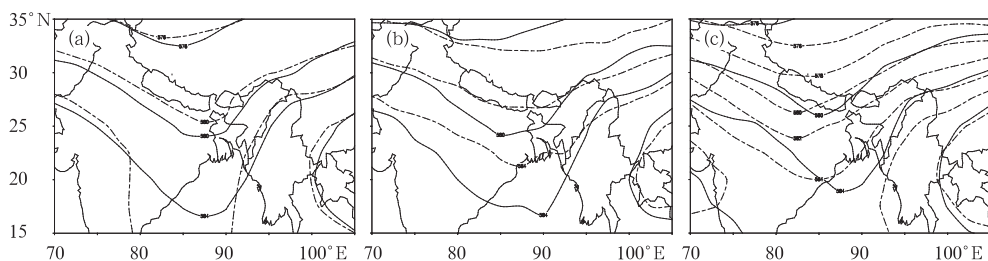


图 5 2008 年 10 月 26—28 日 20 时 ECMWF(a)、日本模式(b)及 T639
(c)500hPa 等压面高度平均实况分析(实线)及 96 小时预报(虚线)

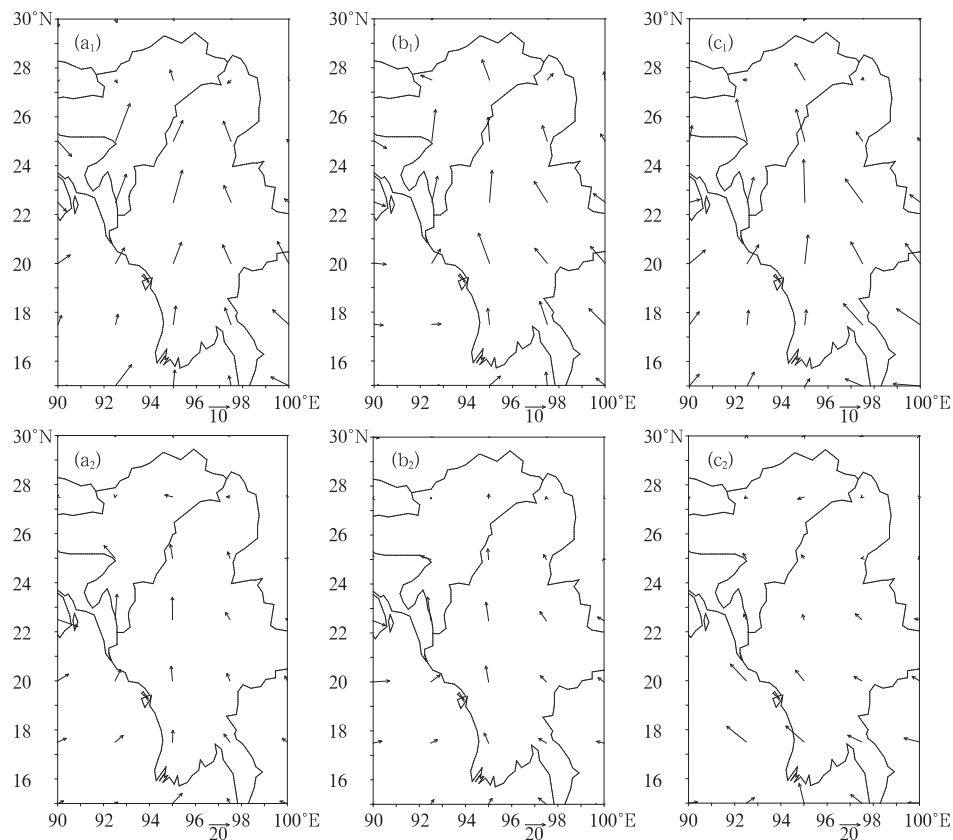


图 6 2008 年 10 月 27 日 20 时 ECMWF(a)、日本模式(b)及 T639
(c)850hPa 风场实况分析(上)及 96 小时预报(下)

4 小结

(1) 3种模式对2008年9—11月96小时500hPa西风指数的趋势预报与实况较为一致,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、灾害性天气的预报有较强指示意义。其中,ECMWF模式预报最接近实况,日本和T639模式次之。

(2) 对副高脊线的位置,ECMWF模式和T639模式都有较好的预报能力,ECMWF模式比T639模式偏差小,预报与实况更加吻合,T639模式在个别预报时次偏差稍大,稳定性稍差。

(3) 对850hPa温度预报,3家模式的96小时预报基本都能反映出温度的转折性变化趋势。比较而言,ECMWF模式无明显系统性误差,其预报场与实况分析场更为一致。T639模式和日本模式对温度变化的幅度预报比实况分析都略偏小。

(4) 对0814“黑格比”这类移速快的台

风,3家模式的预报效果都不好,相较而言,ECMWF的预报还可以参考,而T639和日本模式的96小时预报则比较失败。

(5) 对西藏暴雪过程中重要天气影响系统的96小时预报,ECMWF的效果最好,T639对于南支槽的预报略好于日本模式;而对于孟加拉湾低空急流的预报,ECMWF和日本模式预报较好,T639效果较差。

参考文献

- [1] 章基嘉,葛玲. 中长期天气预报基础[M]. 北京:气象出版社,1983.
- [2] 鲍媛媛. 2006年6—8月T213与ECMWF模式中期预报性能检验[J]. 气象, 2006, 32(11): 99-104.
- [3] 李勇. 2007年6—8月T213与ECMWF及日本模式中期预报性能检验[J]. 气象, 2007, 33(11): 93-100.
- [4] 饶晓琴. 2007年9—11月T213与ECMWF及日本模式中期预报性能检验[J]. 气象, 2008, 34(2): 107-114.
- [5] 蔡芎宁. 2008年6—8月T639、ECMWF及日本模式中期预报性能检验[J]. 气象, 2008, 34(11): 111-116.