

2008年12月至2009年2月T639与 ECMWF及日本模式中后期预报性能检验

牛若芸

(国家气象中心,北京 100081)

提 要: 对2008年12月至2009年2月T639、ECMWF、日本模式的中后期预报性能进行了检验和对比分析。结果表明:3种模式对大气环流的演变和调整、850hPa温度升降变化趋势均有较强的预报能力,其中尤以ECMWF模式预报误差最小。3种模式对重大灾害性、转折性天气过程也有很好的指示性能,较成功地预报了3次全国性寒潮天气过程、长江中下游地区持续阴雨天气过程的大气环流形势特征及主要影响系统。

关键词: 中后期预报性能 天气学检验 对比分析

The Performance Verification of the Medium-Range Forecast for T639 and ECMWF and Japan Model from Dec. 2008 to Feb. 2009

Niu Ruoyun

(National Meteorological Center, Beijing 100081)

Abstract: It was verified and compared that the performance of T639, ECMWF and Japan model about their medium-range forecasting during Dec. 2008 to Feb. 2009. The result shows that the three models have good performances for the evolvement and adjustment of atmospheric circulation situation in Asia middle and high latitude area, and also for the temperature trends of 850hPa. The prediction error of ECMWF model is minimal in that of the three models. They all show significant indication to forecast the transition and disaster weather processes, and have successfully predicted the atmospheric circulation situation and main effecting synoptic systems of the three cold wave processes on a national scale, and continuous rainfall weather process occurring in the middle-lower reaches of Yangtze River.

Key Words: the performance of medium-range weather forecasting synoptic verification contrast and analysis

1 天气概况及主要天气气候事件

1.1 天气概况^①

2008年12月至2009年2月,全国大部分地区气温较常年同期偏高 $1\sim 2^{\circ}\text{C}$,其中青藏高原大部及新疆大部、吉林东部等地偏高 $2\sim 4^{\circ}\text{C}$;全国平均气温为 -2.6°C ,较常年同期偏高 1.7°C ,为1951/1952年冬季以来历史同期第三高。

全国平均降水量为28.1mm,比常年同期(38.2mm)偏少10.1mm。与常年同期相比,除东北地区、华北地区东部及内蒙古东北部和西部、甘肃西部、新疆北部、西藏东南部、苏皖南部、海南等地偏多3成至1倍外,全国其余大部地区降水量接近常年或偏少,其中江南地区南部、华南地区大部及云南大部、西藏西部、青海西南部、新疆西部和中部、内蒙古中部和东南部等地偏少5~8成,局部地区偏少8成以上。

1.2 主要天气气候事件

我国共出现了8次冷空气活动过程,其中3次全国性强寒潮天气过程(12月2—6日、12月19—22日、1月20—25日)、2次全国中等强度冷空气过程(12月27日—1月2日、2月12—18日)、2次北方中等强度冷空气过程和1次南方中等强度冷空气过程。

2月上旬至中旬初,华北、黄淮、江淮、江南、西南地区东部、西北地区中东部等地的局部地区极端最高气温创历史同期新高^②。2月下旬中期,华南部分地区日最高气温突破2月份历史极值^①。

北方冬麦区发生罕见秋冬连旱,2月份北方冬麦区降水过程增多,大部分地区旱情

得到缓解。

2月14日至月底,长江中下游地区出现大范围持续阴雨天气,降水量一般有40~100mm,其中湖北东部、安徽南部、江苏南部、浙江北部、江西北部等地降水量有110~200mm,局部地区超过250mm。

2 资料

本文使用的资料主要包括T639、ECMWF和日本模式的零场和96小时预报时效的500hPa高度场、850hPa温度场、地面气压场(时界:2000UTC);T639模式水平分辨率为 $1.125^{\circ}\times 1.125^{\circ}$,ECMWF和日本模式水平分辨率为 $2.5^{\circ}\times 2.5^{\circ}$ 。

3 三种模式的中期预报性能检验

3.1 亚洲中高纬度大气环流演变和调整的预报性能检验

大气环流的中期演变和调整主要表现为经向环流阶段和纬向环流阶段的相互转换、交替出现^[1],西风指数则是反映大气环流经、纬向环流特征的重要指标,因此本文选用西风指数来检验和比较T639、ECMWF和日本模式对于亚洲中高纬度大气环流演变和调整的预报性能。

图1给出了基于T639、ECMWF和日本模式的500hPa高度零场和96小时预报场计算得到的2008年12月至2009年2月逐日西风指数实况及对应的96小时预报曲线,同时还给出了对应的多年平均曲线。由图1可以看出,这3种模式西风指数的预报与实况基本吻合、高低转折基本同步,并且对于2008年11月底至12月2日、12月16—29日、2009

① 国家气候中心,重要气候信息,2009年第29期(总第174期)

② 国家气候中心,2009年2月份气候影响评价,http://ncc.cma.gov.cn/

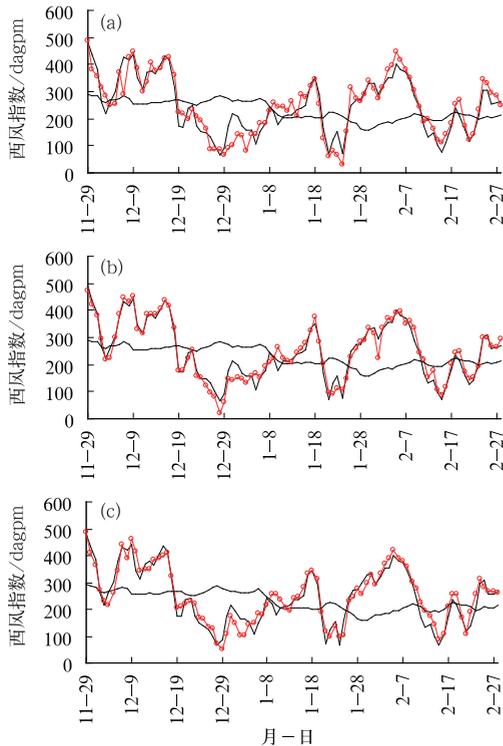


图1 2008年11月底至2009年2月不同模式西风指数实况(粗实线)及对应的96小时预报(—→)和多年平均(细实线)的逐日演变(单位: dagpm)
(a) T639; (b) ECMWF; (c) 日本模式

年1月18—21日、2月5—15日等时段出现的西风指数由高指数向低指数的明显转换做出了基本准确的预报,说明这3种模式均能够较好地反映出亚洲中高纬度大气环流形势演变和调整的总趋势,对大气环流的演变和调整有较强的预报能力。相比之下,ECMWF模式西风指数预报误差的标准偏差(25.9)最小,说明模式性能最为稳定;日本模式次之,预报误差的标准偏差为30.9;T639模式预报误差的标准偏差为39.3。

3.2 850hPa 温度变化趋势的预报性能检验

850hPa 温度对于制作地面气温要素预报及与之关联的灾害性天气预报(如:初霜冻、低温冻害、高温等)有很好的指示意义,了解和掌握数值模式850hPa 温度预报性能对

于制作地面气温及与之关联的灾害性天气预报也就相当重要。本文分别在北方地区和南方地区选取了两个代表格点(北方:40°N、117.5°E;南方:25°N、115°E)^[2-3]来检验这3种模式对于850hPa 温度变化趋势的中期预报性能。

图2清楚地显示,尽管2008年12月至2009年2月温度起伏多变,预报难度较大,3种模式南、北方代表格点850hPa 温度升降变化趋势的预报仍然与实况基本保持一致,显示出较好的预报性能和参考价值,但同时也存在不同程度的预报误差(图3)。在北方地区,T639和日本模式850hPa 温度预报多较实况偏低,代表格点的平均预报误差依次为-2.16℃和-1.23℃,T639模式的预报误差在谷值和峰值处均多为负值;与之相反,ECMWF模式850hPa 温度预报多较实况偏高,平均预报误差为0.72℃。在南方地区,3种模式的平均预报误差均为负值,ECMWF模式平均预报误差的绝对值最小,仅为0.13℃;T639(-0.64℃)和日本模式(-0.63℃)平均预报误差十分接近,两者差别在于日本模式在谷值和峰值处均存在预报值多较实况值偏低的现象,而T639模式在峰值处的预报值多较实况值偏低,在谷值处的预报值多较实况值偏高。总体来看,ECMWF模式850hPa 温度的预报性能在3种模式中是最好的,平均预报误差的绝对值在南、北方都最小;T639和日本模式的预报性能在南方地区大致相同,在北方地区后者要好于前者。

3.3 寒潮天气过程预报性能检验

对寒潮天气过程的预报性能也是评价数值模式的重要方面之一。本文从2008年12月至2009年2月出现的8次冷空气活动过程中重点选取了强度最强的3次全国寒潮天气过程来检验这3种数值模式的预报性能

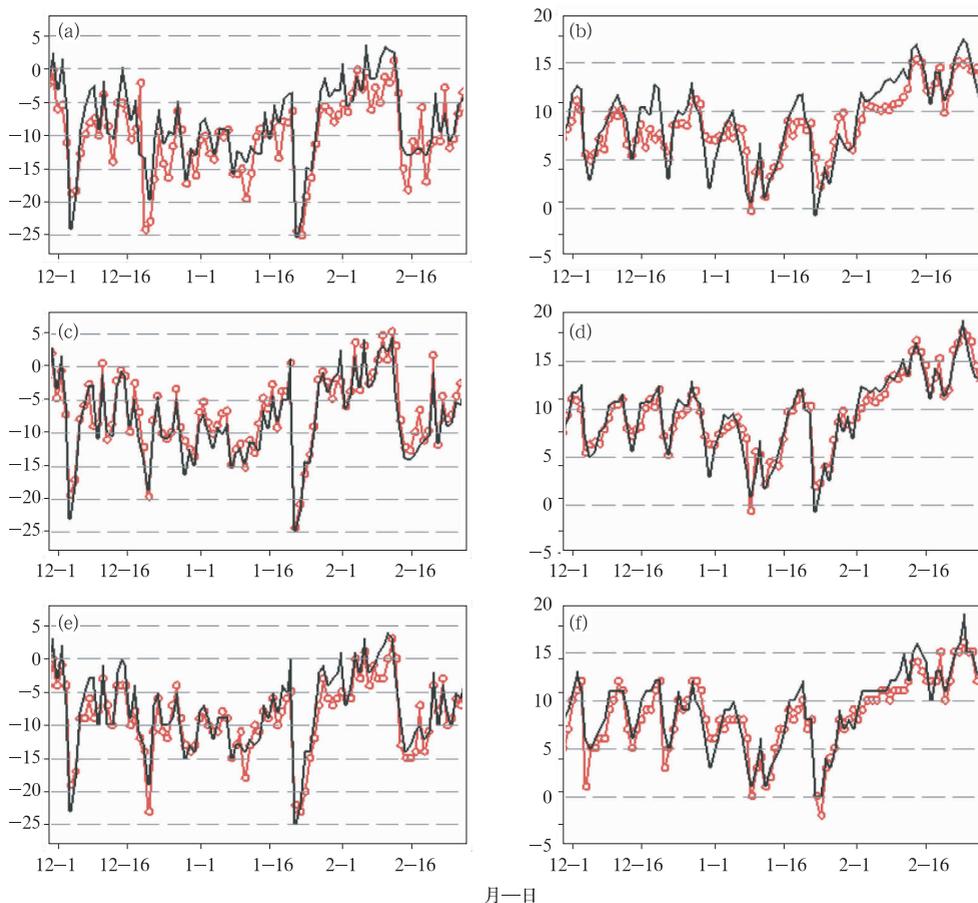


图2 2008年12月至2009年2月不同模式850hPa温度实况(粗实线)及对应的96小时预报(—●—)逐日演变(单位:℃)
 (a) T639北方代表站; (b) T639南方代表站; (c) ECMWF北方代表站; (d) ECMWF南方代表站; (e) 日本模式北方代表站; (f) 日本模式南方代表站

能。所选定的3次全国性寒潮天气过程分别出现在2008年12月2—6日、12月19—22日和2009年1月20—25日。

2008年11月底至12月2日、12月16—20日和2009年1月18—21日,亚洲大气环流先后出现了3次经向型向纬向型剧烈调整过程,西风指数实际下降幅度达260~280dagpm;调整时段比寒潮过程影响时段超前2~4天。从图1可以看出,3种模式均对这3次环流调整做出了较准确的预报。比较而言,仍以ECMWF模式预报性能最好,西风指数下降幅度绝对预报误差不超过

10dagpm,仅为实际下降幅度的0.38%~3.79%;T639和日本模式西风指数下降幅度的绝对预报误差与实际下降幅度比率一般也在10%之内。3种模式850hPa温度预报结果也对这3次寒潮天气过程也有较好的体现(图2)。

地面高压是冷空气活动过程的重要影响系统之一,下面就模式对地面高压的预报效果进行检验。由表1至表3可见,3种模式对于这3次寒潮天气过程的地面高压中心强度做出了较为准确的预报,绝对预报误差一般不超过8hPa,最大预报误差的绝对值为

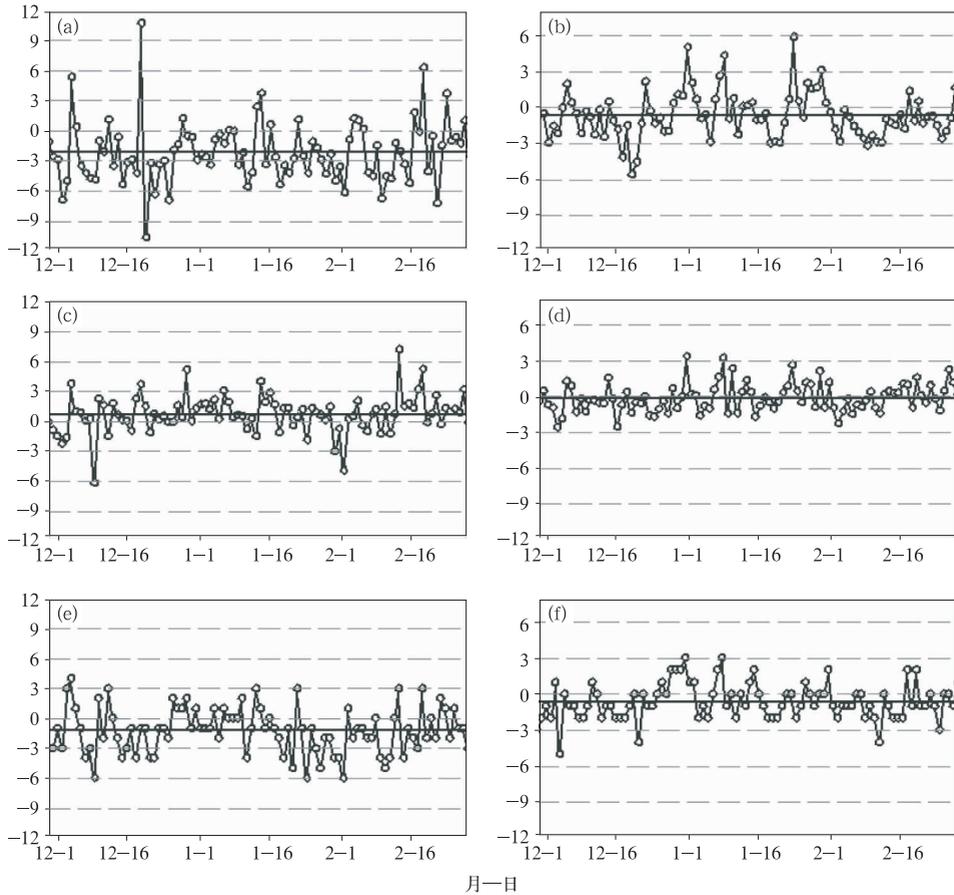


图3 2008年12月至2009年2月不同模式850hPa温度96小时预报误差

(—)的逐日演变和平均值(实线)(单位: °C)

- (a) T639北方代表站; (b) T639南方代表站; (c) ECMWF北方代表站;
- (d) ECMWF南方代表站; (e) 日本模式北方代表站; (f) 日本模式南方代表站

表1 2008年12月2—6日全国寒潮过程不同模式地面高压中心强度实况与对应的96小时预报及预报误差(单位:hPa)

	T639			ECMWF			日本		
	实况	预报	误差	实况	预报	误差	实况	预报	误差
2日	1054	1053	-1	1057	1055	-2	1056	1056	0
3日	1057	1051	-6	1059	1052	-7	1060	1061	1
4日	1049	1045	-4	1048	1043	-5	1050	1049	-1
5日	1043	1042	-1	1042	1037	-5	1042	1036	-6
6日	1032	1037	5	1033	1033	0	1033	1034	1

表2 2008年12月19—22日全国寒潮过程不同模式地面高压中心强度实况与对应的96小时预报及预报误差(单位:hPa)

	T639			ECMWF			日本		
	实况	预报	误差	实况	预报	误差	实况	预报	误差
19日	1052	1053	1	1054	1050	-4	1054	1044	-10
20日	1058	1050	-8	1059	1056	-3	1060	1052	-8
21日	1056	1055	-1	1056	1051	-5	1057	1050	-7
22日	1043	1040	-3	1041	1037	-4	1043	1040	-3

表 3 2009 年 1 月 20—25 日全国寒潮过程不同模式地面高压中心强度实况与对应的 96 小时预报及预报误差(单位:hPa)

	T639			ECMWF			日本		
	实况	预报	误差	实况	预报	误差	实况	预报	误差
20 日	1053	1049	-4	1053	1053	0	1054	1051	-3
21 日	1061	1052	-9	1063	1063	0	1063	1062	-1
22 日	1060	1052	-8	1061	1057	-4	1063	1061	-2
23 日	1054	1049	-5	1059	1050	-9	1052	1052	0
24 日	1030	1034	4	1031	1032	1	1031	1034	3

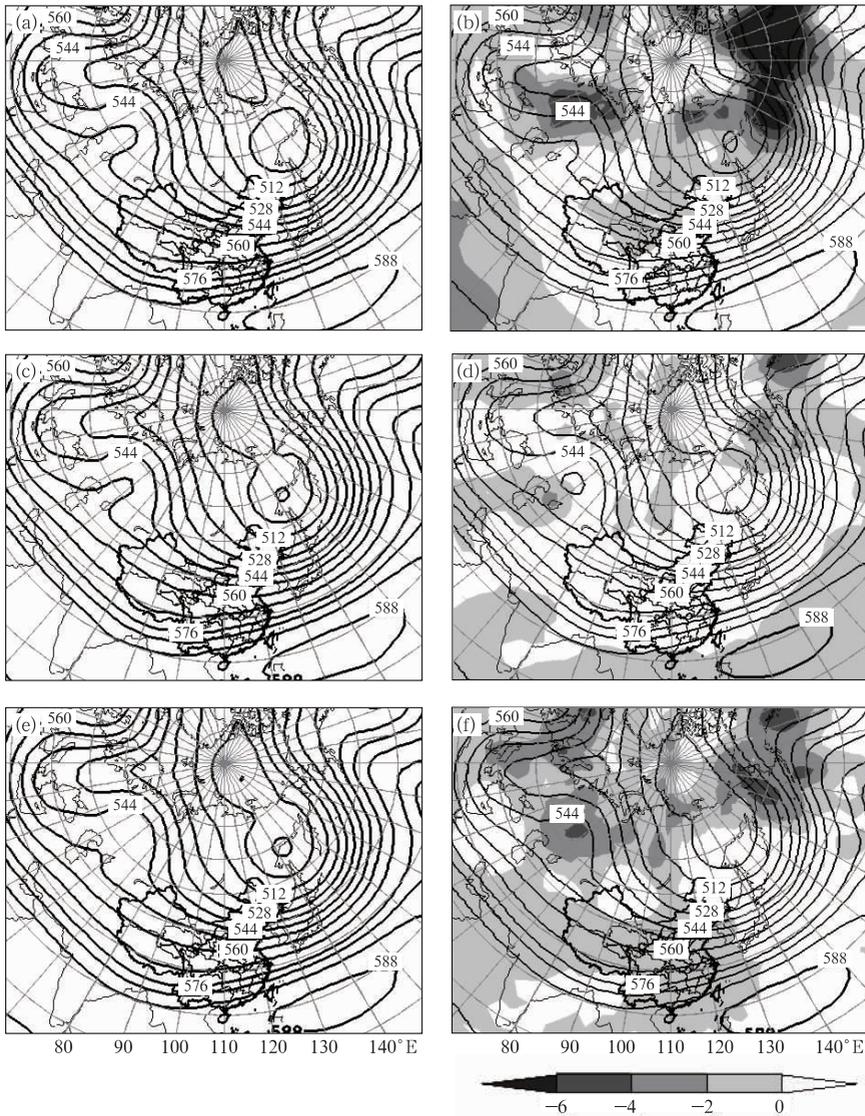


图 4 2009 年 2 月 14—28 日不同模式平均的 500hPa 高度及对应的 96 小时预报和预报误差

(a)T639 实况;(b)T639 预报及预报误差;(c) ECMWF 实况;(d)ECMWF 预报及预报误差;
(e) 日本实况;(f)日本预报及预报误差(阴影区表示误差 ≤ 0 ,单位:°C)

10hPa; 3 种模式预报误差均以负值居多, 说明模式预报的高压中心强度一般要比实况偏弱。

3.4 长江中下游持续阴雨天气预报性能检验

2009 年 2 月 14 日至月底, 长江中下游地区出现了大范围持续阴雨天气, 造成这种天气的主要原因是南支槽在 90°E 附近不断建立与更替, 南支锋区较强; 副高脊线位于 18°N 附近、西脊点伸至 120°E 以西, 西南暖湿气流活跃; 乌拉尔山高脊强盛并稳定维持,

冷空气沿脊前西北气流不断扩散南下; 造成冷暖气流在长江中下游地区不断交汇而产生持续降水。T639、ECMWF 和日本模式对于上述环流形势特征及主要影响系统均做出了基本准确的预报(图 4), 并各具优势, 同时也存在一定的预报误差。具体分析如下:

(1)南支槽 3 种模式对南支槽强度的预报均较实况偏弱(图 4)。进一步分析沿 25°N 500hPa 高度的经度-时间剖面来研究南支槽的逐日演变及预报情况还发现(图 5), 在南支槽向东移动的过程中, 3 种模式南支槽的预报移速多较实际移速略偏慢。

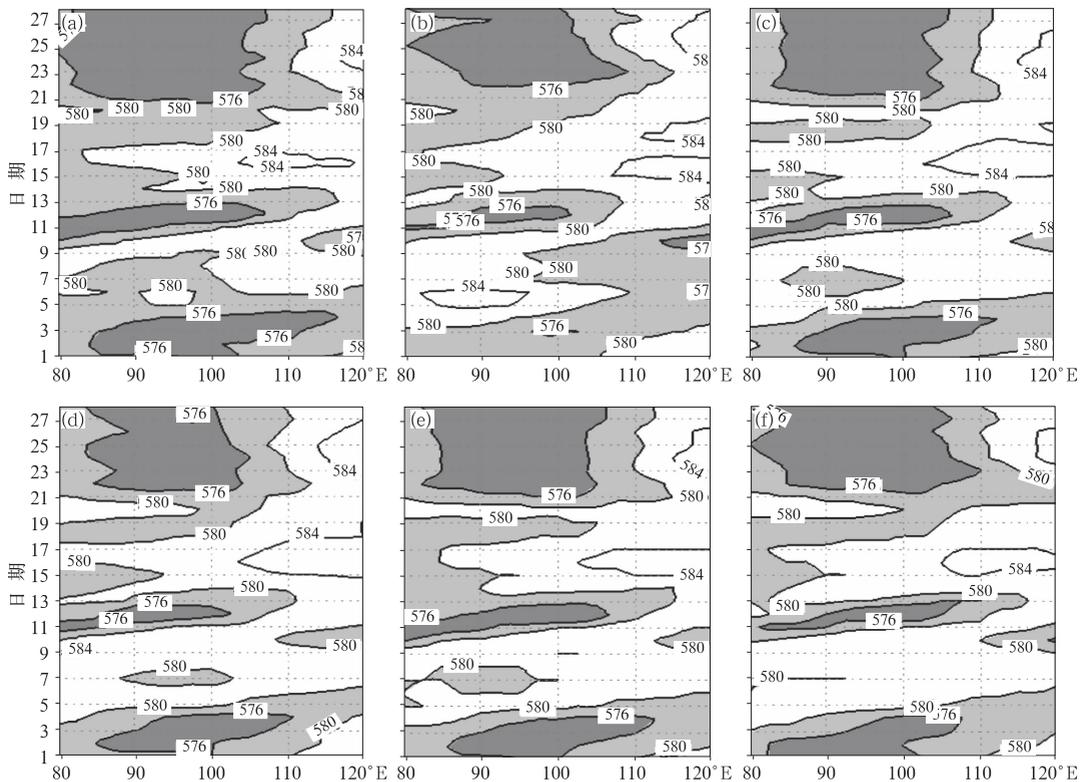


图 5 2009 年 2 月南支槽及对应的 96 小时预报逐日演变(单位: dagpm)

(a)T639 实况; (b)T639 预报及预报误差; (c) ECMWF 实况;

(d)ECMWF 预报及预报误差; (e) 日本实况; (f)日本预报及预报误差

(2) 西太平洋副热带高压 3 种数值模式对西太平洋副热带高压脊线和西脊点位置的预报与实况吻合良好(图 4), 从副高脊线和

西脊点逐日演变情况分析也是如此(图略), 但对副高面积和强度的预报却存在一定误差。ECMWF 和日本模式对于副高面积和

强度的预报较实况稍偏大、偏强;T639 模式则反之。

(3) 阻塞高压 ECMWF 模式对乌拉尔山高压脊的预报较实况略偏强,预报误差在 1dagpm 之内,其绝对预报误差是 3 种模式中最小的;T639 和日本模式对阻塞高压的预报较实况偏弱,预报误差在 $-6 \sim -2$ dagpm 之间(图 4)。

4 小结

(1) T639、ECMWF 和日本模式对大气环流的演变和调整均有较强的预报能力,能较好地反映出亚洲中高纬度大型环流形势演变和调整,其中以 ECMWF 模式预报性能最好。

(2) 3 种模式都能较好地预报出 850hPa 温度升降变化趋势,但存在预报值多较实况偏低的现象。相比之下,ECMWF 模式 850hPa 温度的预报性能在 3 种模式中是最好的,平均预报误差的绝对值在南、北方都最小;T639 和日本模式的预报性能在南方地区大致相同。

(3) 3 种模式对 3 次全国寒潮天气过程中出现的大气环流由经向型向纬向型的显著

转换、850hPa 温度下降趋势和幅度、冷高压的移速和强度均做出了较准确的预报,但对于冷高压中心强度的预报多较实际值偏弱。

(4) 3 种模式对 2009 年 2 月 14 日至月底长江中下游地区出现的持续阴雨天气的大气环流形势特征及主要影响系统也做出了基本准确的预报,并各具优势,同时也存在一定的预报误差。例如:3 种模式对南支槽强度的预报均较实况偏弱,预报移速多较实际移速略偏慢;日本模式对于南支锋区位置的预报与实况最为接近;3 种模式对副高脊线和西脊点位置的预报与实况吻合良好;但 ECMWF 和日本模式对副高面积和强度的预报较实况稍偏大、偏强,T639 模式则反之;ECMWF 模式对阻塞高压的预报效果是 3 种模式中最佳的。

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] 桂海林. 2006 年 12 月至 2007 年 2 月 T213 与 ECMWF 及日本模式中后期预报性能检验[J]. 气象,2007,33(5):111-117.
- [3] 田伟红. 2007 年 12 月至 2008 年 2 月 T213_ECMWF 及日本模式中后期预报性能检验[J]. 气象,2008,34(5):101-107.