

蔡芎宁. 2009 年 9—11 月 T639、ECMWF 及日本模式中后期预报性能检验[J]. 气象, 2010, 36(2): 130-135.

2009 年 9—11 月 T639、ECMWF 及日本 模式中后期预报性能检验

蔡芎宁

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 2009 年 9—11 月 T639 模式 96 小时预报产品进行了天气学检验, 并与 ECMWF、日本模式进行了对比分析。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预报性能。综合来看, ECMWF 模式对各系统及要素的预报最接近实况; 日本模式和 T639 模式次之; ECMWF 模式对 0917 号热带风暴芭玛 (Parma) 的预报较为成功, T639 模式稳定性较差, 而日本模式对“芭玛”的预报无论是路径还是强度都存在较大偏差。

关键词: T639 模式, 中期天气预报, 天气学检验

Performance Verification of the Medium-Range Forecasting for T639, ECMWF and Japan Models from September to November 2009

CAI Xiangning

National Meteorological Center, Beijing 100081

Abstract: In order to improve the ability to use the products of T639, some synoptic verification on its medium-range forecasting in 2009 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 areas. As a whole, ECMWF model is better in forecasting most weather systems compared with the T639 and Japan models. Taking tropical storm No. 0917 (Parma) as a case, it is found that ECMWF model gets the most correct results, and that T639 model has poor stability, whereas Japan model completely failed in forecasting the track and the intensity of Parma.

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

1 9—11 月天气概况

2009 年 9—11 月, 全国平均降水量较常年同期偏少, 为近 10 年来最少值。与常年同期相比, 西北地区中西部以及山西中部和北部、河北南部、浙江东部、海南等地降水量偏多 3 成至 2 倍, 部分地区偏多 2 倍以上; 西南地区大部、江南西部、江汉以及广西北部、福建南部、山东东部、内蒙古东南部、黑龙江北

部等地偏少 3 成以上, 其中云南东部、贵州西部、西藏东南部等地偏少 5~8 成; 全国其余地区接近常年同期。云南、贵州平均降水量为 1951 年以来历史同期最小值, 西藏为历史同期次小值。

9—11 月, 全国平均气温比常年同期偏高。与常年同期相比, 除华北、东北、黄淮大部、内蒙古中东部等地气温偏低外, 全国其余大部地区气温偏高, 其中青藏高原大部及云南、四川南部、新疆东部等地偏高 1~2 °C。云南平均气温为 1951 年以来历史同期

最高值,西藏、四川平均气温分别为 1951 年以来历史同期次高和第 3 高值。

9—11 月,有 3 个热带气旋登陆我国华南沿海,登陆个数比常年同期略偏多。其中,0917 号热带风暴芭玛(Parma)具有生命史长、路径诡异、强度变化大等特点。9 月上中旬,我国南方地区出现大范围持续高温天气;辽宁、吉林、内蒙古东南部出现严重夏秋连旱,南方多省遭遇 50 年罕见秋旱;10 月上中旬,青海、西藏等地发生雪灾;11 月上中旬,华北、黄淮等地遭受寒潮暴雪袭击;11 月下旬,我国中东部地区持续出现大范围的雾。

2 资料

本文选取 2009 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 500 hPa 高度场和风场、850 hPa 温度场以及海平面气压场。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 500 hPa 高度场和风场分析得到。

3 三种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

西风指数是反映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工具之一。图 1 是根据 2009 年 9—11 月 T639、ECMWF 及日本模式 500 hPa 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 次明显的下降过程,表明亚洲中高纬环流形势有 5 次由纬向型转为经向型的调整过程。其中,9 月份出现了 3 次,但降幅相对较小,说明弱冷空气活动比较频繁,导致西北地区中东部、华北大部以及黄淮的部分地区出现了连续阴雨寡照天气。此后的 10 月上中旬,纬向型环流持续了较长时间,对应这一时期东北、华北以及黄河以南大部分地区发生了大范围的阶段性秋旱。而从 10 月 26 日到 11 月 14

日,西风指数经历了 2 次明显的下降过程,其中 11 月 4—14 日,西风指数从 521 dagpm 不连续下降到 58 dagpm,为秋季降幅最大的一次。这一时期我国东部地区出现了 3 次大范围的雨雪天气和强降温过程,具有初雪日期早,雨雪范围广、强度强,积雪深度深,降温幅度大、气温低等特点。长江中下游和华北地区降水量分别为 1951 年以来历史同期第 2 多和第 3 多。我国大部地区出现了剧烈降温,东部地区最大降温幅度普遍有 $15 \sim 20^{\circ}\text{C}$,东北地区南部、华北、黄淮、江淮等地平均气温比常年同期偏低 $2 \sim 6^{\circ}\text{C}$,华北地区平均气温为 1951 年以来历史同期最低值,长江中下游地区平均气温为 2001 年以来历史同期最低值。11 月 15 日开始环流重新调整为纬向型,我国北方地区气温逐渐回升。综合来看,3 种模式都能较好地预报出西风指数的 5 次明显下降过程,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。

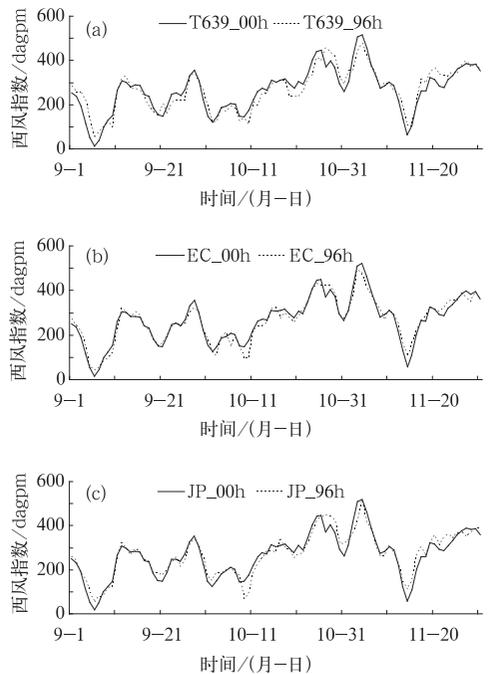


图 1 2009 年 9—11 月 T639(a)、ECMWF(b) 及日本模式(c)零场(实线)和对应的 96 小时预报场(虚线)西风指数逐日演变曲线

Fig. 1 The daily evolution curves of 00 h (solid line) and 96 h (dashed line) westerly-index about T639 (a), ECMWF (b) and Japan (c) models from September to November 2009

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都有较好的指示意义。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

秋季是我国由盛行夏季风向冬季风转换的季节,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是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 副高脊线位置进行比较(日本模式缺少 500 hPa 风场资料,因此未进行计算)。当受热带系统影响而使副高主体偏东,未达到 120°E 时,以 0 代替。

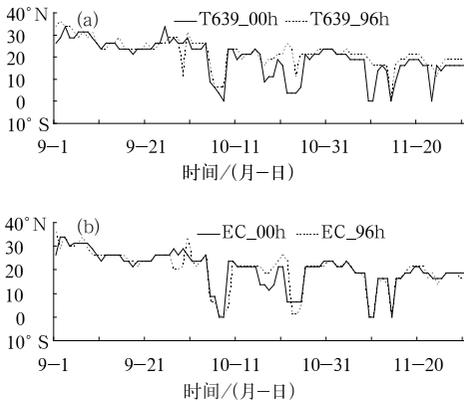


图 2 2009 年 9—11 月 T639(a)和 ECMWF(b)模式零场(实线)和对应的 96 小时预报场(虚线) 120°E 副高脊线时间演变曲线
Fig. 2 The daily evolution curves of 00 h (solid line) and 96 h (dashed line) ridge line of subtropical high along 120°E about T639 (a) and ECMWF (b) models from September to November 2009

如图 2 所示,2009 年 9 月副高较强,脊线偏北,稳定维持在 $25^{\circ}\sim 30^{\circ}\text{N}$ 之间,副高主体控制了江南和华南地区,造成了该地区大范围的高温天气;此时,副高西侧的偏南气流有利于对华西地区的水汽

输送,导致西北地区东部的连阴雨天气。10 月上中旬副高南撤,脊线维持在 $22^{\circ}\sim 24^{\circ}\text{N}$ 之间,同时西风指数也处于高指数阶段,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、华北以及黄河以南大部分地区的阶段性干旱。11 月上旬末,随着一次强冷空气的南下,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 模式比 T639 模式偏差小,预报与实况更加吻合;而 T639 模式在个别时次偏差较大。

此外,对于副高西脊点的预报也是 ECMWF 模式优于 T639 模式(图 3)。T639 模式零场的西脊点与实况偏差较大,造成其 96 小时预报场偏差也较大,稳定性较差;而 EC 模式与实况更加接近,只是个别时次预报的西脊点位置西伸或东退的程度偏大。

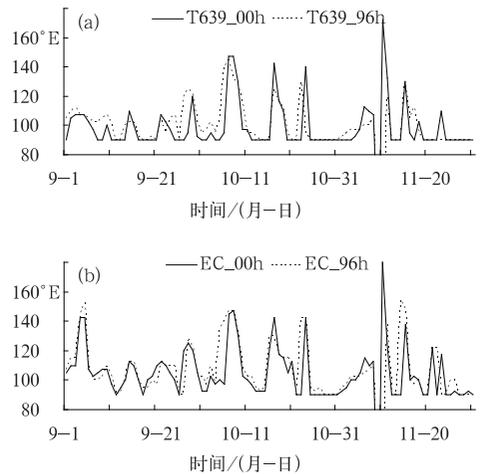


图 3 2009 年 9—11 月 T639(a)和 ECMWF(b)模式零场(实线)和对应的 96 小时预报场(虚线)副高西脊点时间演变曲线
Fig. 3 The daily evolution curves of 00 h (solid line) and 96 h (dashed line) west ridge point of subtropical high about T639 (a) and ECMWF (b) models from September to November 2009

3.3 850 hPa 温度趋势检验

为了解各模式对 850 hPa 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 种模式对 850 hPa 温度变化趋势的中期预报能力。2009 年 9 月,我国大部地区气温偏高,且变化幅度不大;10 月开始,北

方冷空气活动逐渐频繁;进入 11 月后,冷空气势力进一步增强,影响范围不断扩大。10 月 31 日至 11 月 16 日,我国东部地区出现了 3 次大范围的雨雪天气和强降温过程,部分地区最大降温幅度达 15~20 °C,其中东北、华北西部、黄淮西部、江淮西部、江南大部及内蒙古等地降温超过 20 °C;江南北部及长江以北地区极端最低气温普遍在 0 °C 以下。从 3 种模

式 850 hPa 温度逐日演变图中可以看出(图 4),各家模式基本都能较好地预报出气温变化趋势,综合来看 ECMWF 和 T639 模式对于北方地区的预报效果较好,不论是升降温幅度或是时间都与实况较为吻合;而日本模式对温度剧烈变化的预报有时偏差较大。

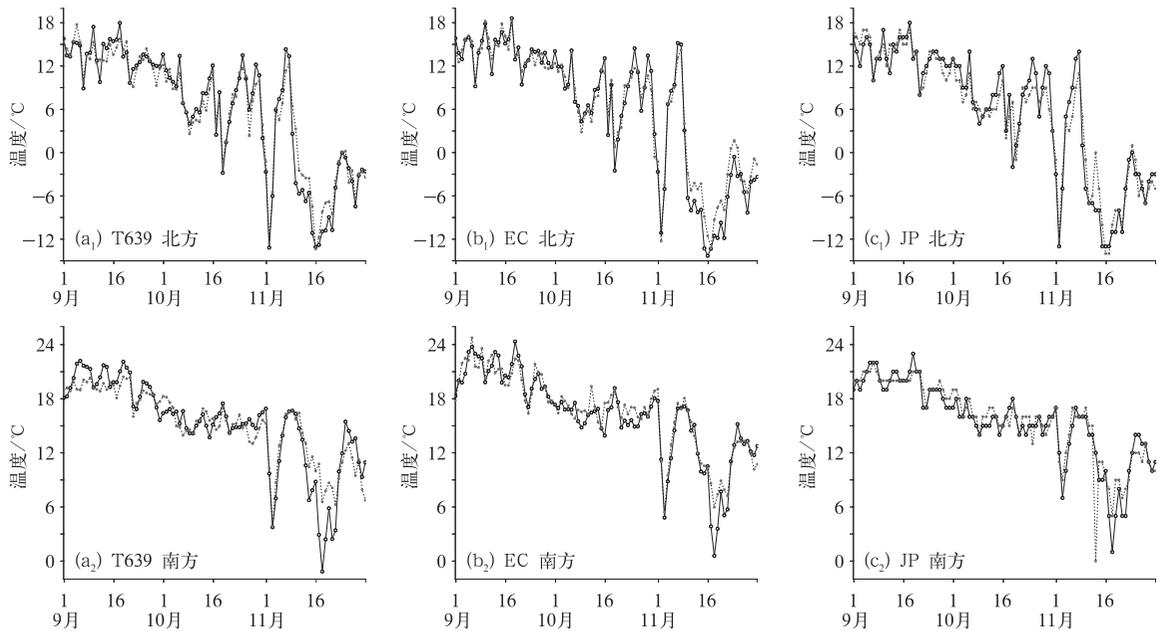


图 4 2009 年 9—11 月 T639(a)、ECMWF(b)及日本模式(c)零场(实线)和对应的 96 小时预报场(虚线)850 hPa 温度逐日演变曲线(°C) (a₁、b₁、c₁ 为北方;a₂、b₂、c₂ 为南方)

Fig. 4 The daily evolution curves of 00 h (solid line) and 96 h (dashed line) temperature (°C) at 850 hPa about T639 (a), ECMWF (b) and Japan (c) models from September to November 2009 (a₁, b₁, c₁ refer to northern China; a₂, b₂, c₂ refer to southern China)

伴随着中高纬地区形势的演变,南方地区 850 hPa 温度也有几次明显的升降过程。9 月份气温基本维持在较高水平,而这段时期恰好对应副高的强盛期,控制着南方大部地区,副高的稳定少动是造成南方高温的一个重要原因。对于南方地区温度的 96 小时预报,T639 模式存在明显偏低的系统性误差,从而造成对冷空气过程预报偏弱;ECMWF 模式则无明显系统性误差,其预报场与实况分析场更为一致;而日本模式对温度变化幅度的预报偏差较大。

3.4 热带气旋的预报能力检验

2009 年 9—11 月,共有 3 个热带气旋登陆我国华南沿海,登陆个数比常年同期略偏多。其中,0917

号热带风暴芭玛具有生命史长、路径诡异、强度变化大等特点。下面就以其为例分析 3 种模式对热带气旋的预报能力。

0917 号热带风暴芭玛于 9 月 29 日在西北太平洋洋面上生成,10 月 12 日在海南省万宁市北部沿海登陆,登陆时中心附近最大风力有 9 级($23 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$);14 日下午减弱为热带风暴,并在越南北部一带沿海再次登陆,登陆后强度迅速减弱。受其影响,海南、广东西南部、广西南部出现了大到暴雨,其中海南临高、文昌、澄迈、儋州等地过程降水量超过 300 mm。海南西北部地区普遍出现了 8~10 级阵风,最大阵风达 11 级。初步统计,海南、广东两省共有 166.9 万人受灾,直接经济损失 4.3 亿元。本文以“芭玛”登陆前一日(10 月 11 日)、当日和登陆后一日(10 月 13 日)的海

平面气压场进行对比分析(图5)。

11日,“芭玛”中心位于海南省东南部海域,之后向西北方向移动;12日9时50分在海南省万宁市北部沿海登陆,登陆时中心气压为992 hPa;12日晚间在海南岛加强为强热带风暴,之后移入北部湾东部海域。ECMWF模式对于“芭玛”的96小时预

报较为成功,只是强度比实况略偏弱,具有较好的参考价值。T639模式在“芭玛”登陆前一日(11日)的预报中(即7日20时起报的96小时预报场),风暴中心位置与实况相差3~5个经纬度;但“芭玛”登陆当日(12日)的预报(即8日20时起报的96小时预报场)又与实况相当吻合,说明模式对热带气旋的预

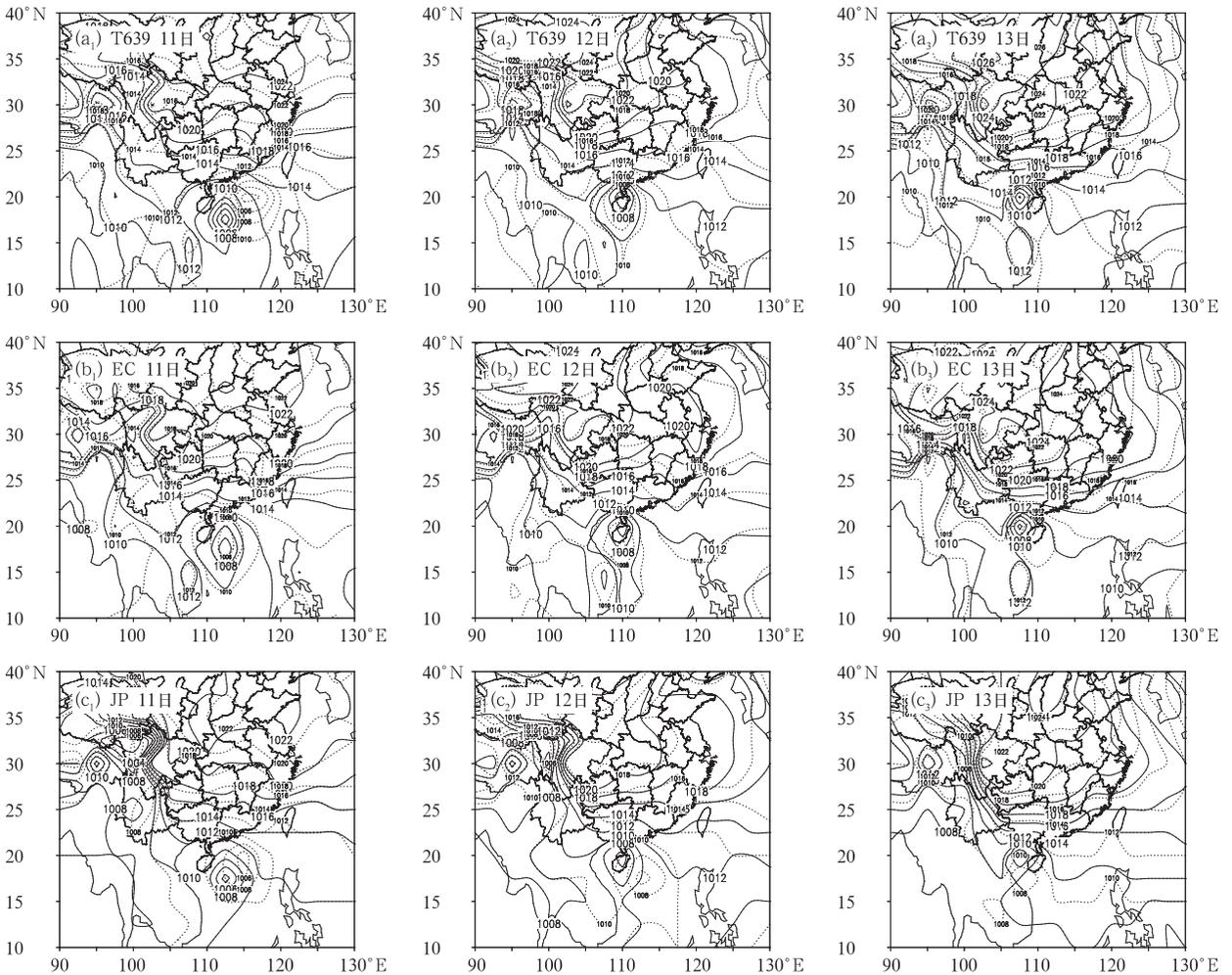


图5 2009年10月11、12和13日20时T639(a)、ECMWF(b)及日本模式(c)海平面气压实况分析(实线)

和对应的96小时预报场(虚线)(a_1, b_1, c_1 为11日; a_2, b_2, c_2 为12日; a_3, b_3, c_3 为13日)

Fig. 5 The 00 h (solid line) and 96 h (dashed line) sea level pressure about T639(a),

ECMWF (b) and Japan (c) models on October 11, 12, and 13 2009

(a_1, b_1, c_1 refer to October 11; a_2, b_2, c_2 refer to October 12; a_3, b_3, c_3 refer to October 13)

报稳定性较差。而日本模式对于“芭玛”的路径预报明显偏西,并未北上登陆海南。总体来看,ECMWF模式对0917号热带风暴预报较为成功,T639模式稳定性较差,而日本模式对“芭玛”的预报无论是路径还是强度都存在较大偏差。值得注意的是,热带气旋个例不同,各模式预报性能差异较大,结合蔡芩

宁^[1]、饶晓琴^[2]、张涛^[3]的分析结果,各家模式对热带气旋的预报各有优劣。

4 小结

(1) 三种模式对2009年9—11月96小时

500 hPa 西风指数的变化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、灾害性等重大天气过程均具有较强的指示意义。其中,ECMWF 模式预报最接近实况,日本和 T639 模式次之。

(2) 对于副高脊线的位置,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较大。对于副高西脊点的预报也是 ECMWF 模式优于 T639 模式,T639 模式预报的西脊点偏差过大,稳定性较差。

(3) 对于 850 hPa 温度预报,3 种模式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,其预报场与其实况分析场更为一致。T639 模式对北方地区气温变化趋

势预报与实况较为吻合,但有时对温度的极值点预报有些偏差;而对南方地区温度的 96 小时预报,T639 模式存在明显偏低的系统性误差。而日本模式对温度的变化幅度有时预报偏差较大。

(4) ECMWF 模式对 0917 号热带风暴预报较为成功,T639 模式稳定性较差,而日本模式对“芭玛”的预报无论是路径还是强度都存在较大偏差。

参考文献

- [1] 蔡芎宁. 2008 年 6—8 月 T639、ECMWF 及日本模式中后期预报性能检验[J]. 气象, 2008, 34 (11): 111-116.
- [2] 饶晓琴. 2007 年 9—11 月 T213 与 ECMWF 及日本模式中后期预报性能检验[J]. 气象, 2008, 34 (2): 107-114.
- [3] 张涛. 2008 年 9—11 月 T639、ECMWF 及日本模式中后期预报性能检验[J]. 气象, 2009, 35 (3): 112-119.