

周慧, 崔应杰, 胡江凯, 等. T639模式对2008年长江流域重大灾害性降水天气过程预报性能的检验分析[J]. 气象, 2010, 36(9): 60-67.

T639模式对2008年长江流域重大灾害性降水天气过程预报性能的检验分析^{*1}

周 慧^{1,2} 崔应杰² 胡江凯² 马占山² 王 雨²

1 湖南省气象台, 长沙 410007

2 国家气象中心, 北京 100081

提 要: 利用在国家气象中心业务运行的 T639 模式、常规观测资料以及 NCEP 分析资料 ($1^\circ \times 1^\circ$), 对 2008 年汛期 (5—9 月) 发生在长江流域的重要降水天气过程进行了模拟和检验, 结果表明: T639 模式对一般性降水的雨区范围、位置及移动趋势都做出了较正确的预报, 24 h 小雨预报 TS 评分为 56; 对主要影响系统如高原槽、低空西南急流及西南涡和亚欧中高纬大尺度环流背景均有较准确的刻画; 在各种物理量场检验中, 反映暴雨动力结构的涡度场、散度场及全风速的模式预报性能稍差, 反映水汽条件的比湿及水汽通量散度场预报效果较好。此工作对该模式的应用及进一步改进提供一些有意义的参考依据。

关键词: T639 模式, 降水, 长江流域, 预报检验

Validation of 2008 Heavy Rain Events over the Yangtze River Basin Forecast by T639 Model

ZHOU Hui^{1,2} CUI Yingjie² HU Jiangkai² MA Zhanshan² WANG Yu²

1 Hunan Meteorological Observatory, Changsha 410007

2 National Meteorological Center, Beijing 100081

Abstract: By using T639 model, conventional observation data and NCEP reanalysis data ($1^\circ \times 1^\circ$), the model ability in predicting heavy rain events, together with the governing weather systems, over the Yangtze River Basin in 2008, is validated in the paper. The results showed that T639 model has made a correct prediction for the precipitation area, location and moving trends, the threat score of 24 h rainfall forecast is 56. The primary affecting systems such as the plateau trough, low-level southwest jet, southwest vortex and Eurasia large-scale circulation background in the high latitudes have obtained a more accurate portrayal. In the test field of various physical quantities, reflecting the heavy rain power structure, the model had a good prediction for the specific humidity and water vapor flux, but a bit weaker for the vorticity, divergence field and wind speed. The work will be helpful in better utilizing the model results in conventional weather prediction, as well as in providing valuable suggestions to further improvement of the model.

Key words: T639 model, precipitation, the Yangtze River Basin, validation

* 本文受国家 863 计划专项 (2006AA01A123)、预报员专项 (CMATG2010Y14)、湖南省高分辨率数值预报释用技术研究及国家气象中心子项目湖南天气要素精细预报业务系统建设与改进资助

2008 年 11 月 21 日收稿; 2009 年 12 月 8 日收修定稿

第一作者: 周慧, 主要从事天气预报和数值预报方面的研究. Email: zhouhuizq@163.com

引 言

T639 模式是 TL639L60 全球谱模式的简称,是国家气象中心在 T213L31 全球谱模式的基础上升级发展而来^[1-9]。该模式主要有以下 5 个方面的特点:(1) T639 可分辨率为 639 个波,采用地形追随-等压面混合坐标,垂直方向有 60 层,模式顶到达 0.1 hPa。(2) 该模式动力框架上的改进采用线性规约高斯格点,时间积分方案采用稳定外插半拉格朗日积分方案(SETTLS)。(3) 利用全球先进的三维变分同化分析,能有效同化极轨卫星微波垂直探测仪资料。(4) 在物理过程方面主要针对 T213 模式次网格对流参数化过程不够活跃使得降水预报偏差偏大空报多的缺点,T639 增加了次网格的对流活动,从而保持模式可分辨对流和次网格参数化对流之间的合理平衡,使得降水预报偏差偏大空报多的问题有所克服。(5) T639 模式采用了一套完整的台风初始化方案(BOGUS 方案),包含初始涡旋形成、涡旋重定位和涡旋调整三部分技术组成。

目前在国家气象中心业务运行的 T639 模式在中纬度水平分辨率约为 30 km,垂直方向 60 层,加台风 Bogus 方案,同化用到的资料主要为地面报、高空报、船舶报及美国极轨卫星系列 NOAA-15/16/17 的全球 ATOVS 资料等,无雷达资料和自动站资料加入,时间步长 600 s。该模式于 2008 年 6 月 1 日正式在国家气象中心业务运行,并通过 DVB-S 广播向全国发布产品,对国家和省地各级预报员制作天气预报起到较好的指导作用。

暴雨的产生是在一定的大尺度环流背景下多种尺度天气系统相互作用、相互影响产生的,500 hPa 高度天气系统的演变能很好地反映对流层中层大气的活动和动力特征,并往往对低层大气具有引导作用,诱发中小尺度天气系统发生发展。同时,强降水落区、落点及变化趋势的预报又是预报员最为关注的,对物理量场的诊断分析则能更好地加强暴雨形成机理的研究,帮助预报员提高对暴雨的预报能力。为此我们检验 T639 模式预报性能,主要是针对 500 hPa 形势场、降水量和物理量场进行 24、48 h 时效的天气学检验。本文使用 T639 模式产品、常规观测资料以及 NCEP 分析资料($1^\circ \times 1^\circ$),对比分析检验了 2008 年汛期 5—9 月发生在长江流域的重要降水天气过程,重点分析 2008 年 5 月 26—29 日发生

在长江流域首场大范围暴雨过程,得到了 T639 模式对于 2008 年长江流域天气预报能力的初步评价,以期为该区域今后进一步提高精细化天气预报和数值预报产品释用能力以及为该模式的不断完善提供一些有意义的参考依据。

1 2008 年汛期长江流域的主要降水天气过程及模式预报的检验

1.1 2008 年汛期长江流域的主要降水天气过程

长江流域在 2008 年汛期(5—9 月)未发生大范围的严重暴雨洪涝灾害,损失较常年同期轻,但局地暴雨频繁,山洪灾害突出。主要有 9 次明显的降水天气过程,其中 5 次为西风带低槽东移造成的长江流域大范围暴雨过程,两次为台风低压深入内陆造成的暴雨过程,两次为西太平洋副热带高压外围的西南气流造成的局地性强降水过程。

(1) 2008 年 5 月 26—29 日,长江流域受高空低槽和中低层切变共同影响,出现入汛以来首场大范围暴雨。27 日在长江上游的四川、重庆、贵州出现暴雨到大暴雨,28 日在长江中下游的湖南、江西、安徽、江苏出现暴雨到大暴雨,29 日南压到广东、广西、贵州西南部、江西南部一带出现暴雨,其中贵州望谟(5 月 28 日,146.6 mm)、凯里(5 月 29 日,128.8 mm)和四川达州(5 月 27 日,117.7 mm)等地 24 小时降水量突破当地 5 月日降水量历史最大记录。

(2) 2008 年 6 月 7—11 日,长江流域中下游及其南部地区,受高空低槽和中低层切变共同影响,降水呈带状分布的特点,累积雨量在 100 mm 以上的覆盖区域较大,主要分布在湖南西南部、贵州西南部和东南部、江西北部、安徽中部,而强降水中心分布在呈西南—东北走向的带状雨区上,分别位于赣皖交界地区。

(3) 2008 年 6 月 20—25 日,长江中下游地区及重庆等地受高空低槽和热带风暴风神倒槽共同影响出现大到暴雨,局地降了大暴雨,江苏、安徽的部分地区过程降水量 100~150 mm。由于降水集中,强度大,导致河流及水库水位普遍上涨,太湖水位持续 10 天超过警戒水位。

(4) 2008 年 7 月 20—24 日,长江流域受中低层低涡切变和地面冷空气共同影响,出现一次大范围的强降水天气过程,四川盆地、湖北西部和北部、湖南西北部、河南大部、江苏北部、安徽北部等地累计

降水量一般有 100~180 mm,部分地区达 200~240 mm,从而在一些地区发生了暴雨洪涝灾害,江淮流域出现超警戒水位的洪水。其中 20—23 日,湖北西部、北部出现了大到暴雨,部分地区大暴雨,局部特大暴雨,有 22 个县市累计降雨量超过 100 mm,襄樊最大达 344 mm,创历史最新纪录。

(5) 2008 年 7 月 28 至 8 月 2 日,长江中下游地区受凤凰台风低压倒槽影响,江西东部、安徽南部和中部、江苏西部等地出现了暴雨、大暴雨,局部特大暴雨,过程降水量上述地区普遍有 50~100 mm,江西东南部和东北部、安徽东南部、江苏西部等地有 100~200 mm,其中安徽东部部分地区有 200~400 mm。长江口地区出现 8~10 级大风。“凤凰”强度高、影响时间长、范围广、致灾重。

(6) 2008 年 8 月 13—17 日,长江流域受中低层低涡切变和地面冷空气共同影响,湖北、湖南、重庆、贵州、安徽、江苏等省(市)的部分地区出现大到暴雨、局部大暴雨,湖北南部和东部、湖南西北部、河南东南部、安徽西部等地过程降水量一般有 100~200 mm,部分地区超过 200 mm。其中湖南桑植(164.4 mm)、通道(113.4 mm)、平江(108.0 mm),湖北天门(139.7 mm),贵州贵阳(113.3 mm)等地 24 小时降水量破 8 月日降水量历史记录。

(7) 2008 年 8 月 28—29 日长江流域及以北地区受高空低槽和中低层切变共同影响,重庆、湖北、安徽出现暴雨,两天累计雨量一般有 80~220 mm,其中湖北云梦(311 mm)、红安(298 mm)、安陆(296 mm)、应城(279 mm)、钟祥(270 mm)、京山(262 mm)等地超过 250 mm。

(8) 2008 年 9 月 8—10 日长江流域上游及其北部地区(川东、陕南)受西太平洋副热带高压外围的西南气流和中低层切变共同影响,出现局地性的强降雨,四川广元(130.3 mm)、万源(109.8 mm)、遂宁(95.5 mm)、成都(90.0 mm)、陕西略阳(83.1 mm)等地过程降水量超过 80 mm。四川局地暴雨成灾,洪涝灾情严重。

(9) 2008 年 9 月 22—27 日,长江流域上游受中低层切变和西太平洋副热带高压外围的西南气流共同影响,出现局地性的强降雨,四川盆地西部连续出现暴雨、大暴雨天气,暴雨连续降雨日数之长和降雨强度之大为历年 9 月罕见,过程雨量有 35 县(市)突破历史同期最大值。累计雨量共有 41 县(市)超过 100 mm,8 县(市)超过 250 mm。青川、江油、绵竹

分别达 277.5、316.9 和 338.6 mm。江油的马角、雁门和青川的竹园分别为 535.3、424.2 和 325.3 mm,地震灾区发生严重洪涝和地质灾害。

1.2 T639 模式对于 2008 年长江流域降水天气的预报检验

根据 T639 模式 2008 年汛期在国家气象中心业务运行及反算所提供的 24、48、72 h 预报产品,与中央台发布的地面高空资料、加密雨量站雨量信息资料等进行模式降水预报性能的天气学检验^[10-11],重点对长江流域 2008 年汛期 9 次主要降水天气过程进行检验分析,得到 T639 模式对于长江流域天气预报能力的初步评价。结果表明,T639 模式对于长江流域雨带的位置和强度有较好的预报能力,比 T213 的降水预报有明显的改善。

(1) T639 模式对于 5 次高空东移西风槽具有较好的预报性能,而且高空槽系统越强,模式的预报效果越好。如 2008 年 5 月 26—29 日一次东移西风槽,T639 模式 24、48 h 预报槽的位置与实况一致,72 h 时效预报也非常稳定。对于东出高原槽,T639 模式 24 h 预报效果较理想,而 48 h 和 72 h 时效预报随系统的东移而逐渐偏慢。另外值得提出的是,T639 模式对于高原低值系统或高原槽具有较好的辨析度,即很少出现漏报的情况,因此模式对 5 次高空东移西风槽造成的长江流域大范围的暴雨过程,主要雨带的模拟都得到了比较好的刻画,包括雨带走向、雨区范围和雨强的强弱分布特征,但是预报的强降水中心位置比实际情况偏南或者偏东 60~110 km。

(2) T639 模式对于两次陆地上减弱台风低压的预报,对减弱低压中心预报偏南,24 h 的平均偏差为 100 km 左右,48 h 平均偏差为 150 km 左右,72 h 时效稍差。模式对两次台风低压深入内陆造成的暴雨过程做出了较准确预报,尤其是江苏、安徽、江西的降雨预报与实况比较一致。

(3) 模式对于西太平洋副热带高压外围的西南气流造成的局地对流性强降水过程也有一定的预报能力,对于西伸到大陆上空的副高 588 线,T639 预报得比 EC 更接近实况,但西太平洋副热带高压预报的位置较实况偏东、偏南,而且不如 EC 稳定。

(4) 2008 年汛期 T639 模式对于长江流域降水预报总体情况如图 1 所示,模式对于 10 mm 以下的雨区范围、位置及移动趋势预报比较准确,2008 年

5—9 月 24 h 预报 TS 评分为 56, 优于日本区域模式 (TS 评分为 54) 和 T213 模式 (TS 评分为 51), 对于中雨和大雨的预报 T639 和日本模式基本相当, 优于 T213, 对于暴雨 (50~100 mm) 的预报与实际强降水带存在一定差异, 暴雨范围较实况偏大, 强降水中心位置的预报比实况偏东, 而对于 100 mm 以上的大暴雨预报在中心位置及中心强度上存在较大的偏差, 但是漏报率大大减少, 降水预报的最主要偏差来自于天气系统的偏差。

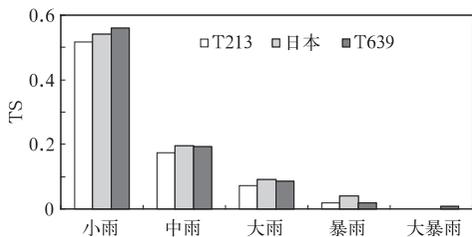


图 1 T639、T213 和日本对 2008 年长江流域 5—9 月降水不同量级的 TS 评分比较图
Fig. 1 The precipitation TS score comparison of T639, T213 and Japan model in the Yangtze River Basin from May to September in 2008

2 典型个例检验分析

2008 年 5 月 26—29 日, 长江流域受高空低槽和中低层切变共同影响, 出现入汛来首场大范围暴雨。整个过程自西北向东南经历的完整演变过程为: 27 日在长江上游的四川、重庆、贵州出现暴雨到

大暴雨, 28 日在长江中下游的湖南、江西、安徽、江苏出现暴雨到特大暴雨, 其中江西萍乡上栗县 389.6 mm, 29 日南压到广东、广西、贵州西南部、江西南部一带出现暴雨, 下面根据 T639 模式的 24、48 h 预报产品, 对降水场、500 hPa 形势场和物理量场进行检验分析, 以期对该过程的 T639 模式预报性能做一客观评价。

2.1 天气形势场检验

2008 年 5 月 26 日 08 时亚洲大陆 40°N 以北 500 hPa 为稳定的一槽一脊的环流形势, 东北低涡比较深厚, 向南扩展到长江流域, 40°N 以南 100°~120°E 为一宽广低槽。26—29 日, 随着东北低涡中心至河南的低槽东移, 加之四川南支槽东移, 两槽合并加深, 使得中低层位于长江以北的切变南压至江南北部, 形成了此次暴雨过程稳定的大尺度天气系统。

将 T639 模式的 24、48 h 500 hPa 形势场预报与实况对比发现 (图 2), 模式能较好地预报欧亚中高纬环流变化和调整趋势, 对槽脊位置、高低压环流位置和强度预报较准确, 大气波动位相和振幅吻合较好; 此外, T639 模式对 584 线的预报在长江流域比实际偏南了 100~200 km; 南支槽预报稍微偏弱, 低压区范围比实况偏大, 槽底位置偏南 1 个纬度, 移速也比实际偏慢, 为模式形势场预报另一系统性误差。另外, 在检验过程中还发现存在伊朗高压始终偏弱这一系统性误差。

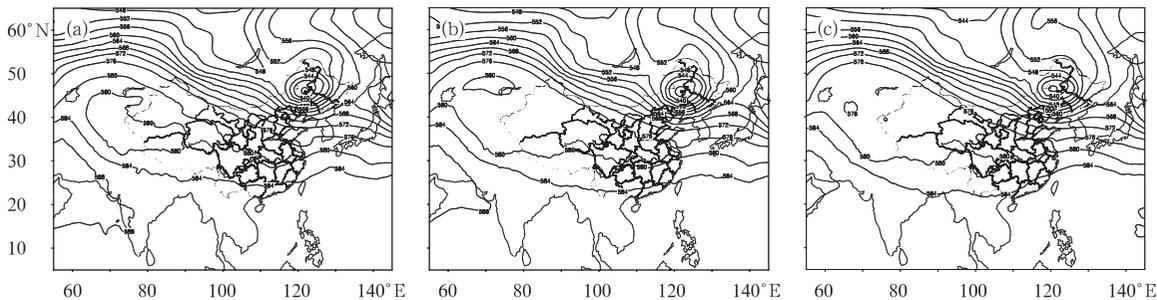


图 2 2008 年 5 月 27 日 20 时 500 hPa 高度场再分析资料 (a) 与 T639 模式 24 h (b)、48 h (c) 预报图 (单位: dagpm)

Fig. 2 The reanalysis field of 500 hPa height (a) and T639 model forecast maps of 24 h (b) and 48 h (c) at 20 BT May 27, 2008 (unit: dagpm)

2.2 降水场预报检验

2008 年 5 月 26 日 20 时至 27 日 20 时在长江上

游的四川、重庆出现暴雨到大暴雨。T639 模式使用 26 日 20 时初始场作 0~24 h 的降水预报较为准确, 强降水落区、范围与雨带分布特征预报与实况基本

一致,但是预报的暴雨中心位置比实际情况偏东约 100 km,降水量也偏小(图略)。27—28 日在长江中下游的湖南、江西、安徽、江苏出现暴雨到特大暴雨。江西省共存在二个强降水中心:一个位于赣东北上饶市附近,另外一个位于赣西萍乡市,24 h 降水强度达到大暴雨到特大暴雨。

从 T639 模式以 27 日 20 时为初始场的 24 h 降水预报与降水实况对比来看,长江流域的雨区的形

状、走向及演变趋势预报与实际情况相符合,但是总体强度预报偏强,对于 ≥ 100 mm 的大暴雨中心湖南出现空报,赣东北强中心位略为偏北。另外, T639 模式的 48 h 降水预报对于 ≥ 50 mm 的范围较实际情况偏大, ≥ 100 mm 的降水中心位置与实况偏离较大(图 3)。总体而言, T639 模式的 24 h 降水预报比 48 h 降水预报效果好,但模式对 48 h 降水也有一定的预报能力。

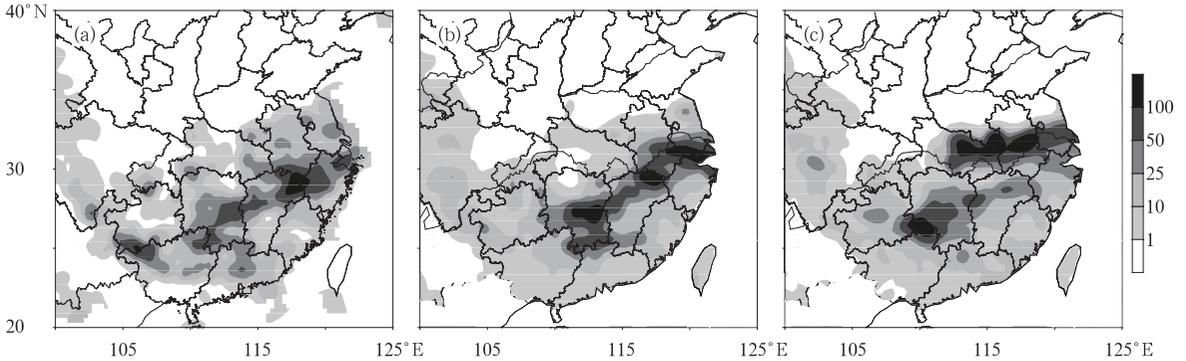


图 3 2008 年 5 月 27 日 20 时—28 日 20 时降水实况(a)与 T639 模式 24 h(b)、48 h(c)预报图(单位:mm)
 Fig. 3 The precipitation (a) and T639 model forecast maps of 24 h (b) 48 h (c) at 20 BT May 27 to 20 BT May 28 in 2008 (unit: mm)

2.3 物理量场检验

2.3.1 比湿

从实况来看,在暴雨发生期间,有一条从南海延伸至湖南和江西的强水汽输送带,在水汽输送带上分布着几个比湿大值中心,强水汽输送带位于暴雨区上风方、西南低空急流的左侧,850 hPa 比湿中心达到 $1.7 \times 10^{-2} \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$,为该暴雨过程提供源源不

断的水汽输送。

24 h、48 h 的 T639 模式预报均刻画了经广西、湖南延至江西的水汽通道,但是模拟的水汽通道较实况偏宽,水汽辐合偏强,比湿中心强度偏大,且很零散,位置基本一致(图 4)。由此可见,模式对水汽输送强度模拟偏强是造成强降水中心强度偏大的一个重要原因。

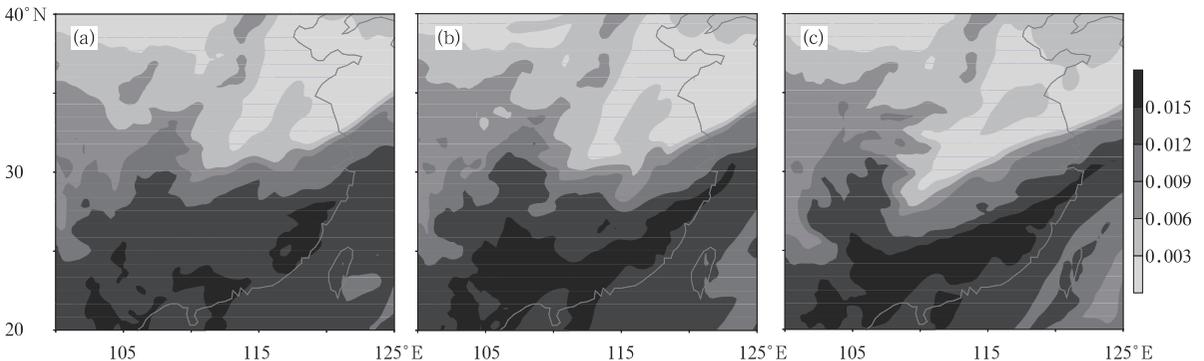


图 4 2008 年 5 月 28 日 20 时 850 hPa T639 模式比湿分析场(a)与 24 h(b)、48 h(c)预报(单位: $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)
 Fig. 4 The analysis of specific humidity field (a) of 850 hPa T639 model as well as 24 h (b) and 48 h (c) predictions at 20 BT May 28, 2008 (unit: $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)

2.3.2 水汽通量散度

26 日 20 时,随着 500 hPa 高空低槽的东移,中低层在川东、鄂西、河南有一条东北—西南向的切变

线,其南侧有一支 $16 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 的偏南风急流,水汽经广西、贵州输送到重庆和鄂西附近,形成一个位于重庆东部、水汽通量中心值为 $20 \text{ g} \cdot (\text{hPa} \cdot \text{cm} \cdot \text{s})^{-1}$

的水汽辐合中心,暴雨开始后,水汽通量大值区向东移动,移入赣北时达最强,中心加强到 $30 \sim 50 \text{ g} \cdot (\text{hPa} \cdot \text{cm} \cdot \text{s})^{-1}$ (图略)。随着中低层切变南压,江南西南气流明显加强,风速明显加强至 $18 \sim 20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。另外,伴随切变南压,850 和 700 hPa 有一小低涡沿长江北岸东移,为加强暴雨起了促进作用。水汽通量散度场(图 4)也显示,在暴雨最强时段,对应暴雨上空为东北—西南向的强水汽辐合区,中心达

到 $-10 \times 10^{-7} \text{ g} \cdot (\text{hPa} \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{s})^{-1}$,且两个大辐合中心与赣北两个暴雨中心一一对应。

24 h 的 T639 模式对于长江流域水汽通量散度的辐合、辐散预报与实况相吻合(图 5),长江流域为一大片水汽通量辐合区,辐合区的强度、位置与实况基本一致,但 T639 模式 48 h 的预报水汽通量散度辐合中心偏北。

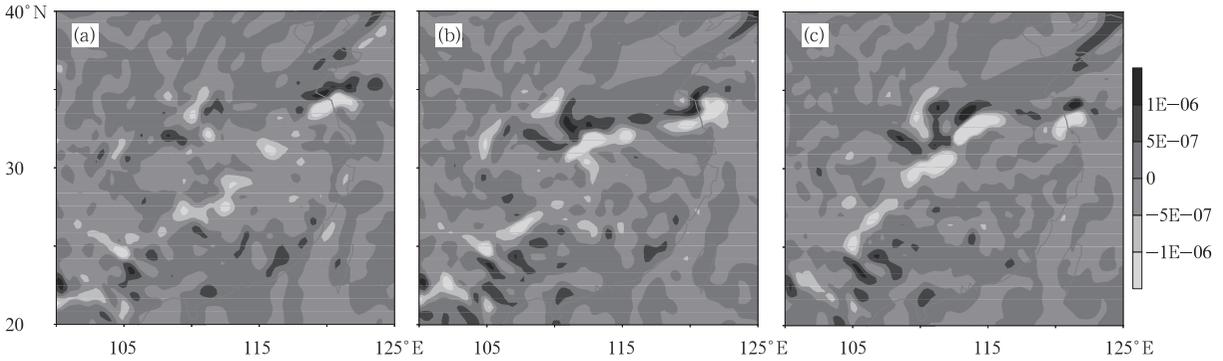


图 5 2008 年 5 月 27 日 20 时 850 hPa T639 模式水汽通量散度分析场(a)

与 24 h(b)、48 h(c)预报(单位: $\text{g} \cdot (\text{hPa} \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{s})^{-1}$)

Fig. 5 The analysis of water vapor flux field divergence (a) of 850 hPa T639 model as well as 24 h (b) and 48 h (c) predictions at 20 BT May 28, 2008 (unit: $\text{g} \cdot (\text{hPa} \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{s})^{-1}$)

2.3.3 涡度、散度

分析 5 月 27—28 日 850 hPa 涡度、散度的强弱、位置变化情况发现,随着切变南压,暴雨区上方散度负值区明显加强,中心达 $-6 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ 。850 hPa 涡度场(图 5)表现为沿 850 hPa 切变线呈东北—西南向的狭长正涡度带,中心值达 $-16 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$,暴雨中心随着涡度中心的位置变化而相应移动。对于江西省而言,上述两个强降水中心均对应应有低层正涡度,高层负涡度的涡度场分布特性。散度分布正好相反,高层正散度,低层负散度,有利于上升运动的发展,且 500 hPa 有正涡度平流形成动

力因素,有利于中低层低值系统维持和新生,引发暴雨的产生并持续^[11],总之,从高层到低层系统配置比较典型。

T639 模式对于长江流域 850 hPa 正、负涡度的 24 h 预报总体趋势比较准确,在湖南南部的正涡度中心预报与实际情况相吻合,而在江西中南部的正涡度中心预报比实况偏大。T639 模式的 48 h 正、负涡度中心预报优于 24 h 预报,总体偏南、偏东,暴雨区上方的正涡度带没有表现出来(图 6)。此外, T639 模式对于长江流域 850 hPa 散度预报情况与涡度预报情况相类似(图略)。

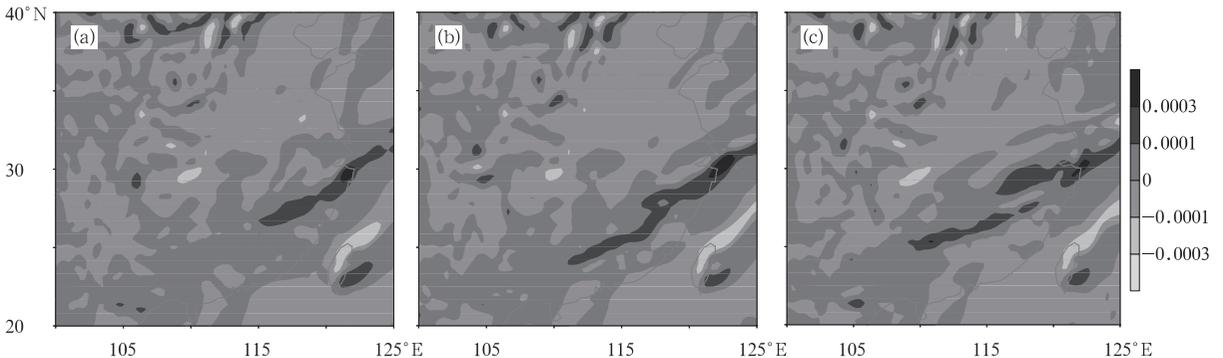


图 6 2008 年 5 月 28 日 20 时 850 hPa T639 模式涡度分析场(a)与 24 h(b)、48 h(c)预报(单位: s^{-1})

Fig. 6 The analysis of vorticity field (a) of 850 hPa T639 model as well as 24 h (b) and 48 h (c) predictions at 20 BT May 28, 2008 (unit: s^{-1})

2.3.4 850 hPa 全风速检验

低空急流在长江流域暴雨的形成过程中起着水汽和动量输送的重要作用。实况表明,5月26—28日850 hPa江南维持 $12 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 以上的西南低空急流。从27日20时全风速实况场来看,江南南部至淮河流域为一条明显的东北—西南向的强风速带,其大值中心位于湖南中东部,中心强度为 $16 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

T639 模式对于长江流域 850 hPa 全风速大值区范围 24 h 预报稍小于实况(图 7),中心值略偏小,48 h 对于长江流域 850 hPa 全风速预报中心的位置偏北,中心值略偏大,但急流西边界的位置预报较为稳定。分析还发现,在几次暴雨过程中,T639 模式对急流强度和范围的预报通常比 EC 模式更接近实际观测,EC 模式的预报都偏弱一些。

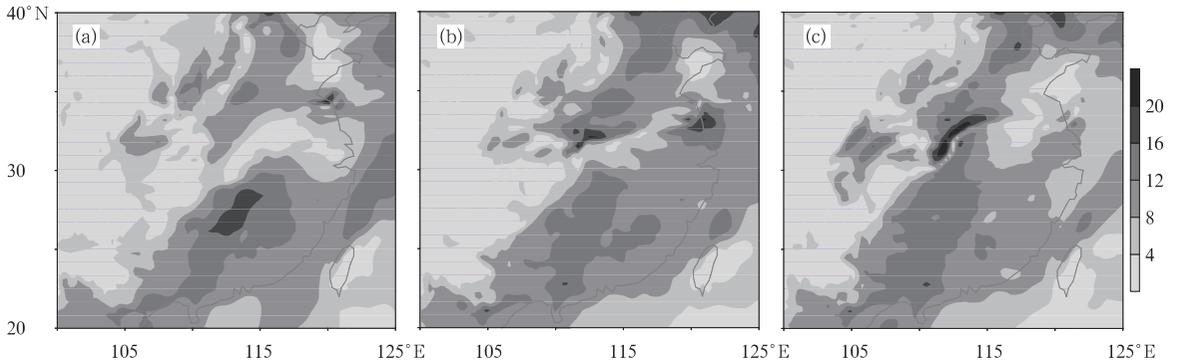


图 7 2008 年 5 月 27 日 20 时 850 hPa T639 模式全风速分析场(a)与 24 h(b)、48 h(c)预报(单位: $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)
 Fig. 7 The analysis of full wind speed field (a) of 850 hPa T639 model as well as 24 h (b) and 48 h (c) predictions at 20 BT May 28, 2008 (unit: $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)

2.4 主要影响系统检验

此次暴雨过程主要的影响系统是在 700 hPa 上长江流域的切变线和四川盆地东北部的小低涡,

图 8 清楚地表明 27 日 14 时在川西高原存在小低涡,沿长江中游到盆地东北部为切变,随着时间的推移,伊朗高压加强并南落,低涡逐渐减弱东移出四川盆地(20 时),但切变线仍然存在且南压。

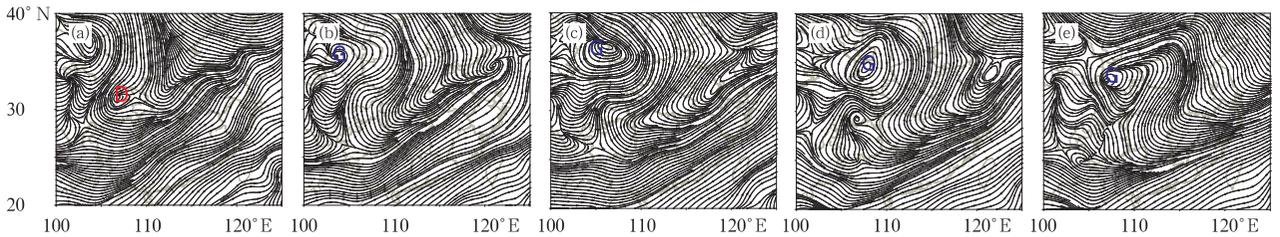


图 8 2008 年 5 月 27 日 14 时(a)、20 时(b)及 28 日 02 时(c)、08 时(d)、14 时(e) 700 hPa 流场
 Fig. 8 The 700 hPa flow field by using NCEP reanalysis data respectively at 14 BT (a), 20 BT (b), May 27, and 02 BT (c), 08 BT (d), 14 BT (e), May 28, 2008

以 26 日 20 时作为初始场,在 T639 相应时间的预报图上(图 9),川西小低涡的移动、伊朗高压加强并南落、长江切变的发展趋势和移动与实况基本一致,

具有一定的参考价值,但开始时小低涡系统预报较弱且移动较慢,伊朗高压强度偏弱,而其后随着东移加强,48 h 预报与实况接近,但 72 h 预报偏差较大。

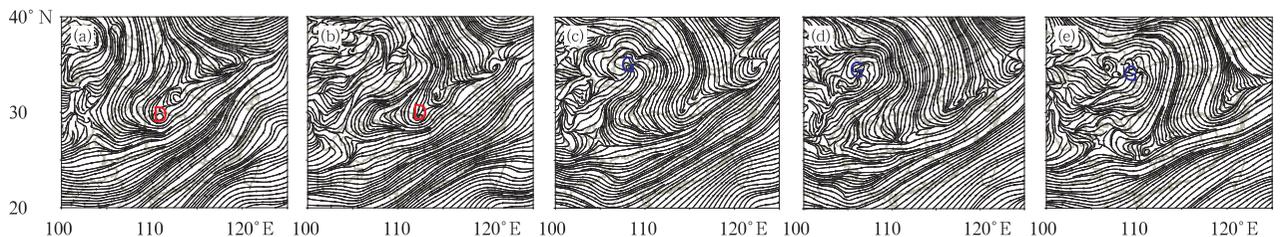


图 9 T639 5 月 27 日 14 时(a)、20 时(b)及 28 日 02 时(c)、08 时(d)、14 时(e)700 hPa 流场预报
 Fig. 9 As in Fig. 8 but for T639 model predictions

3 小结和讨论

2008年5月26—28日长江流域大范围暴雨过程是典型的低槽东移、低层低涡切变和地面冷锋南压造成的暴雨过程。尽管T639模式无论是在天气形势、降水量还是其他物理量方面,对于长江流域地区而言都显示了较好的预报性能,但是与实况相比较还是存在一定的偏差,具体的检验结果如下:

(1) T639模式对于5月26—28日长江流域的预报,无论是对降水、天气形势还是物理量都有较强的预报能力,并有较好的预报时效性。整体而言,随着预报时效延长,模式预报能力有所下降,但48 h的预报结果仍有一定的参考性。

(2) T639模式对于2008年汛期(5—9月)长江流域一般性降水的雨区范围、位置及移动趋势都做出了较正确的预报,24 h小雨预报TS评分为56,优于日本东亚区域模式分辨率20 km模式(TS评分为54),对于中雨和大雨的预报T639和日本模式基本相当,优于T213,对于暴雨(50~100 mm)的预报与实际强降水带存在一定差异,暴雨范围较实况偏大,强降水中心位置的预报比实况偏东。而对于100 mm以上的大暴雨预报在中心位置及中心强度上存在较大的偏差,但是漏报率大大减少。

(3) T639模式对于造成长江流域天气过程的主要影响系统和亚欧中高纬大尺度环流背景有较准确的预报。如对于高空东移西风槽,T639模式具有较好的预报性能。通常情况下,高空槽系统越强,T639模式的预报效果越好,而且模式对于高原低值系统或高原槽具有较好的辨析度,即很少出现漏报的情况。对低空西南急流预报T639模式优于EC模式。但预报低涡开始时较弱,移动速度较慢,伊朗高压强度偏弱。

(4) 过程物理量场检验结果表明,在各种物理量场检验中,反映暴雨动力结构的涡度场、散度场及全风速的模式预报性能稍差,反映水汽条件的比湿及水汽通量散度场预报效果较好。但大风速区范围和西南低涡移速存在一定的偏差,这对强降雨带分布及大暴雨中心位置造成了很大影响。

基于上述对该典型个例的T639模式天气学检验结果的分析,我们进一步对其存在的问题和造成

误差可能的原因进行了初步探讨:

(1) 虽然对于西伸到大陆上空的副高588线,T639预报比EC预报更接近实况,但西太平洋副热带高压预报的位置较实况偏东、偏南,而且不如EC稳定,这可能是因为低纬地区常规观测资料较少的原因造成的,模式需要加强对雷达及气象自动站等多种非常规观测资料的同化^[12-15]。

(2) T639模式降水预报的最主要偏差来自于天气系统的偏差,因此需对T639的产品进行偏差订正,经过降水区(带)位置订正后的T639模式降水预报将有较高的应用价值。

参考文献

- [1] 管成功,陈起英,佟华,等. T639L60全球中期预报系统预报试验和性能评估[J]. 气象, 2008, 34(6): 11-16.
- [2] 张涛. 2008年9—11月T639、ECMWF及日本模式中中期预报性能检验[J]. 气象, 2009, 35(3): 112-119.
- [3] 牛若芸. 2008年12月至2009年2月T639与ECMWF及日本模式中中期预报性能检验[J]. 气象, 2009, 35(5): 112-119.
- [4] 蔡芎宁. 2008年6—8月T639、ECMWF及日本模式中中期预报性能检验[J]. 气象, 2008, 34(11): 111-116.
- [5] 马杰,秦宝国. 2009年3—5月T639、ECMWF及日本模式的中期预报性能检验[J]. 气象, 2009, 35(8): 112-117.
- [6] 陈起英,姚明明,王雨. 国家气象中心新一代业务中期预报模式T213L31的主要特点[J]. 气象, 2004, 30(10): 16-21.
- [7] 陈起英,金之雁,伍湘君,等. 中期数值预报系统T213L31在IBM/SP高性能计算机上的建立[J]. 应用气象学报, 2004, 15(5): 523-533.
- [8] 陈起英,管成功,姚明明,等. 全球中期模式升级关键技术研发和预报试验[J]. 气象学报, 2007, 65(4): 478-492.
- [9] 陈德辉,杨学胜,张红亮,等. 多尺度非静力通用模式框架的设计策略[J]. 应用气象学报, 2003, 14(4): 452-461.
- [10] 刘还珠,黄卓. NMC与HLAFS降水预报的比较[J]. 气象, 1998, 24(1): 47-52.
- [11] 王雨. 2002年主汛期国家气象中心主客观降水预报对比检验[J]. 气象, 2003, 29(5): 21-25.
- [12] 李峰,张芳华,熊敏途,等. 2005年“5.31”湖南暴雨过程触发维持机制[J]. 气象, 2006, 32(3): 71-77.
- [13] 黄卓,陈德辉. 不同国家全球业务数值预报模式对中国1998年夏季降水预报的检验比较[C]//1998年长江嫩江流域特大暴雨的成因及预报应用.
- [14] 谭晓伟,陈德辉,张庆红. 一种新型的适应性观测资料应用对台风预报的影响试验研究[J]. 热带气象学, 2006, 21(1): 18-25.
- [15] 丁伟钰,万齐林,闫敬华,等. 对流天气系统自动站雨量资料同化对降水预报的影响[J]. 大气科学, 2006, 30(2): 317-326.