

许映龙, 韩桂荣, 麻素红, 等. 1109 号超强台风“梅花”预报误差分析及思考[J]. 气象, 2011, 37(10): 1196-1205.

1109 号超强台风“梅花”预报误差分析及思考^{*1}

许映龙¹ 韩桂荣² 麻素红³ 丛春华⁴ 张 进³ 姚丽娜² 瞿安祥³ 孙明华³

1 国家气象中心, 北京 100081

2 江苏省气象台, 南京 210008

3 中国气象局数值预报中心, 北京 100081

4 山东省气象台, 济南 250031

提 要: 针对 2011 年第 9 号超强台风“梅花”的预报服务, 中央气象台在其路径、强度和降雨预报方面均出现了一定偏差, 在一定程度上造成了预报服务的被动。本文利用常规及非常规气象资料、业务数值预报模式、NCEP 再分析资料($1^\circ \times 1^\circ$)以及国家气象中心海气耦合模式对“梅花”的预报偏差进行了初步分析, 结果发现: (1)“梅花”路径预报偏差的主要原因是乐观地估计了日本附近副热带高压向黄海的西进, 而西风槽和双台风对“梅花”北上具有重要影响, “梅花”东侧的 1110 号台风“苗柏”东北行则对副热带高压南落具有一定指示意义; (2)当数值预报存在较大分歧时, 如何更好地发挥集合/集成预报的作用, 是进一步提高台风路径预报准确率的关键; (3)“梅花”强度预报偏差的主要原因是仅片面考虑了海温的影响, 而忽视了干空气卷入和环境风垂直切变对台风强度变化的影响; (4)“梅花”降雨预报的偏差除了受“梅花”路径和强度预报的偏差影响外, 还与业务预报中对“梅花”干台风特征的估计不足以及中低纬系统相互作用弱有关。

关键词: 台风梅花, 路径, 强度, 降雨, 预报误差分析

The Analysis and Discussion on Operational Forecast Errors of Super Typhoon Muifa (1109)

XU Yinglong¹ HAN Guirong² MA Suhong³ CONG Chunhua⁴

ZHANG Jin³ YAO Lina² QU Anxiang³ SUN Minghua³

1 National Meteorological Centre, Beijing 100081

2 Jiangsu Meteorological Observatory, Nanjing 210003

3 CMA Numerical Prediction Centre, Beijing 100081

4 Shandong Meteorological Observatory, Jinan 250031

Abstract: During operational forecasting and service for Super Typhoon Muifa (1109) in Central Meteorological Observatory, there are some errors in its track, intensity and precipitation forecasting. The forecast errors partly caused a passive situation in its operational forecasting and service. In this paper, conventional and unconventional meteorological data, operational numerical prediction models, NCEP reanalysis data ($1^\circ \times 1^\circ$) and coupled ocean-atmosphere model of National Meteorological Centre (NMC) are used to make a preliminary analysis on these forecast errors. The results show that: (1) The track forecast error for Muifa is mainly attributed to the optimistic estimation of the westward movement toward the Yellow Sea of the subtropical high near Japan, while westerly trough and binary typhoons have an important influence on the northward movement of Muifa. And the northeastward movement of Typhoon Merbok (1110) at the east of Muifa has a certain sense of direction for the southward withdraw of the subtropical high. (2) When there are big differences between operational numerical prediction models, it is the key how to better

* 国家重点基础研究发展计划(973 计划)项目(2009CB421504)资助

2011 年 9 月 7 日收稿; 2011 年 9 月 20 日收修定稿

第一作者: 许映龙, 主要从事热带气旋监测及预报技术研究. Email: xuyil@cma.gov.cn

use ensemble and consensus forecast products for further improving the accuracy of typhoon track prediction. (3) The intensity prediction error of Muifa is mainly due to the one-sided consideration about the impact of sea surface temperature on typhoon intensity change, while ignoring the influences of dry air and environmental vertical wind shear. (4) In addition to be concerned with the forecast errors of the track and intensity, the precipitation forecast error for Muifa is also related to the underestimation on the characteristics of dry typhoon about Muifa and the weak interaction between the low and middle latitude systems.

Key words: Typhoon Muifa, track, intensity, precipitation, forecast error analysis

引 言

台风北上(包括登陆北上或近海北上)影响我国北方地区平均每年仅有 2~3 个,高峰期一般出现在 7—9 月^[1-3],台风北上经常和西风带冷空气相互作用,不断地形成暴雨,且由于北上台风移动速度较快,暴雨经常形成暴雨带,加之我国北方地区地势平坦,人口密集,因此北上台风对我国北方地区造成的影响非常大:如 9608 号超强台风 Herb 和 9711 号超强台风 Winnie 造成的损失分别为当年全国自然灾害总直接经济损失的 31%和 26%,均为当年第一大灾害;历史上著名的“75.8”河南大暴雨、“85.8”辽宁大暴雨等都源于台风北上;5612 号超强台风 Wanda 登陆后深入内陆,经久不衰,北京日降雨量达 434.8 mm;9608 号超强台风 Herb 减弱后的台风低压北上华北和冷空气相遇,石家庄日降雨量达 359.3 mm。北上台风路径往往具有突然北折和持续北上的特点,一直是业务预报的难点,北上台风的移动与西北太平洋副热带高压、西风带系统、南亚高压、热带辐合带以及赤道缓冲带等多种天气系统的配置及相互作用有关^[3-5];而北上台风在北方形成的暴雨往往与台风的移动路径密切相关,其移动路径一般可分为近海北上、近海转向、登陆北上、登陆填塞、登陆转向、西折路径等 6 类,同类路径台风造成的暴雨落区基本相同,而不同类的台风造成的暴雨落区则有较大差异^[6],因此台风路径的预报偏差往往会造成暴雨落区预报的较大差异。针对 2011 年第 9 号超强台风梅花近海北上的预报服务,中央气象台在其路径、强度和降雨预报方面均出现了一定偏差,在一定程度上造成了预报服务的被动。本文将利用常规及非常规气象资料、业务数值预报模式、NCEP 再分析资料(1°×1°)以及国家气象中心海气耦合模式对“梅花”的预报偏差进行初步分析,以期

对以后台风近海北上的业务预报有所裨益。

1 “梅花”的概况和特点

2011 年第 9 号台风梅花(Mufai)于 2011 年 7 月 28 日 14 时在西北太平洋洋面上生成,先向偏北方向移动,8 月 2 日晚上开始转向偏西方向,向我国东部沿海靠近后一路北上,于 8 月 8 日 18 时 30 分在朝鲜西北部沿海登陆,之后进入我国东北地区减弱消失(图 1a)。“梅花”具有生命史长、路径不确定性大、移速不均、强度多变和风大雨少等特点。

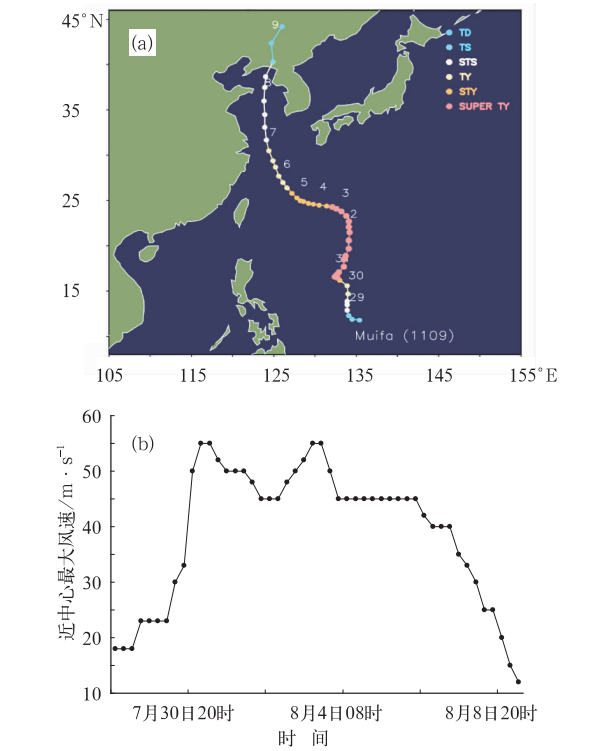


图 1 1109 号超强台风梅花路径图(a)及其强度演变图(b)
Fig.1 The track (a) and intensity change (b) of Super Typhoon Muifa (1109) from 14:00 BT 28 July to 08:00 BT 9 August 2011

1.1 生命史长

“梅花”于 2011 年 7 月 28 日编号,8 月 9 日 08 时停止编号,其生命史长达 12 天,约为一般台风生命史的 2.5 倍。

1.2 路径不确定性大

“梅花”活动期间,大气环流形势一直处于调整之中,加之“洛坦”、“苗柏”多台风的同时活动,增加了“梅花”路径的不确定性。“梅花”移动过程中,先后距离舟山群岛 150 km、山东成山头 80 km、辽东半岛 150 km,与我国大陆三次擦肩而过。

1.3 先慢后快,移速不均

西北太平洋和南海台风平均移速一般为 $20 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ 。“梅花”从 7 月 28 日生成到 8 月 5 日进入东海南部的平均移速仅为 $10 \sim 15 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$,明显较慢,而在东海北部和黄海北上时,移动速度达 $30 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$,明显加快。

1.4 强度多变

“梅花”7 月 28 日生成后,强度迅速发展,31 日凌晨加强为超强台风,当日 20 时减弱为强台风,8 月 3 日凌晨又再度加强为超强台风。“梅花”是 2011 年第 3 个超强台风,最强时中心最大风力曾达 16 级($55 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$)。从 8 月 3 日夜间到 7 日白天,维持强台风或台风达 97 个小时,之后强度逐渐减弱(图 1b)。

1.5 风大雨少,干台风特征明显

受“梅花”影响,浙、沪、苏、鲁、辽等地相继出现 6 级以上大风,沿海大部大风持续时间在 6 h 以上,其中舟山群岛和浙江中北部海面 8 级以上大风持续时间达 52 h,舟山群岛海域及上海东部沿海、江苏南部沿海局地、山东半岛东部局地阵风达 12~14 级(图略),其中舟山群岛浪岗岛最大风力达 15 级($49.5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$)。8 月 6 日至 10 日上午,浙江中北部部分地区、山东西部和北部及半岛部分地区、辽宁东部、吉林东南部等地出现大到暴雨,山东局地、辽东半岛部分地区降大暴雨,过程雨量山东烟台达 186 mm、昌乐 221 mm,辽宁局地达 210~270 mm

(图略)。

2 “梅花”路径预报偏差分析

在“梅花”的路径预报中,中央气象台先后预报“梅花”将在浙江台州到江苏启东一带沿海、浙江舟山到江苏启东一带沿海、山东半岛东部沿海和辽东半岛南部沿海登陆,但“梅花”却在与我国大陆沿海相距 $80 \sim 200 \text{ km}$ 的近海海面北上,与我国大陆三次擦肩而过,最后登陆朝鲜西北部沿海。造成“梅花”路径预报偏差的主要原因是乐观地估计了位于日本附近的副热带高压向黄海的西进。下面从西风槽的影响和副热带高压的影响对此进行具体分析。

2.1 西风槽的影响

在“梅花”活动期间,欧亚中高纬度一直维持两脊一槽的阻塞形势,两个高压脊分别位于俄罗斯远东地区到鄂霍次克海一带以及欧洲西部一带,宽广的槽区则位于乌拉尔山到中西西伯利亚一带,鄂霍次克海阻塞高压的稳定维持,使得欧亚中高纬度环流形势较为稳定。而从内蒙古东部到江南的我国中东部地区则维持一槽区,由于从西西伯利亚和贝加尔湖一带不断有冷空气东移补充南下,使得位于我国中东部地区的槽区也一直稳定维持而少动(图 2),该槽区的稳定维持有效地阻挡了位于日本附近的副热带高压向黄海西进,从而有利于“梅花”在槽前近海北上。

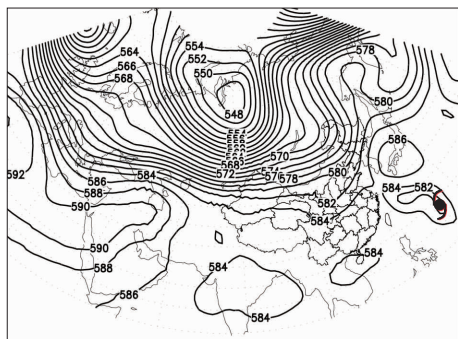


图 2 2011 年 7 月 28 日 14 时至
8 月 8 日 20 时 500 hPa 平均位势
高度形势图(单位: dagpm)

Fig. 2 The 500 hPa mean geopotential
height from 14:00 BT 28 July to 20:00 BT
8 August 2011 (unit: dagpm)

2.2 副热带高压的影响

在“梅花”近海北上阶段,其东侧有 1110 号台风苗柏(Merbok)活动,两者相距 16 个经度以上,因此可以考虑不存在双台风之间的藤原效应。“梅花”在向北偏西移动的过程中,其东侧的“苗柏”强度加强向东北方向移动,从而使得西进的副热带高压在“梅花”和“苗柏”之间发生南落,并与赤道高压打通(图 3),在水汽云图演变图中(图 4)可以明显地看到副热带高压南落的过程,而我国中东部地区稳定维持而少动的低槽区一方面有效阻挡了副热带高压的继续西进,另一方面其槽前的西南气流并入南落副热带高压西侧的偏南气流中,因此“梅花”在南落副热带高压西侧增强的偏南气流引导下,远离我国东部沿海地区快速北上,最后登陆朝鲜西北部沿海。

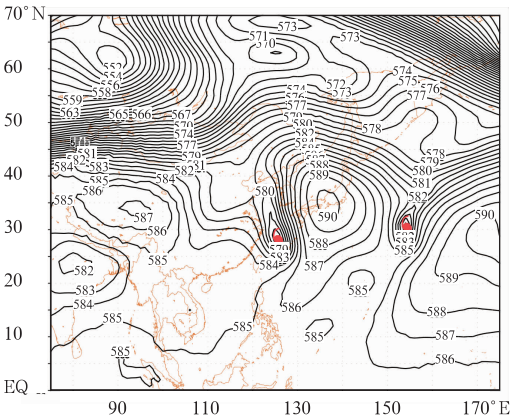


图 3 2011 年 8 月 5 日 20 时至 8 月 8 日 20 时
“梅花”近海北上阶段的 500 hPa
平均位势高度形势图(单位: dagpm)

Fig. 3 The 500 hPa mean geopotential height during Muifa's moving northward over offshore from 20:00 BT 5 August to 20:00 BT 8 August 2011 (unit: dagpm)

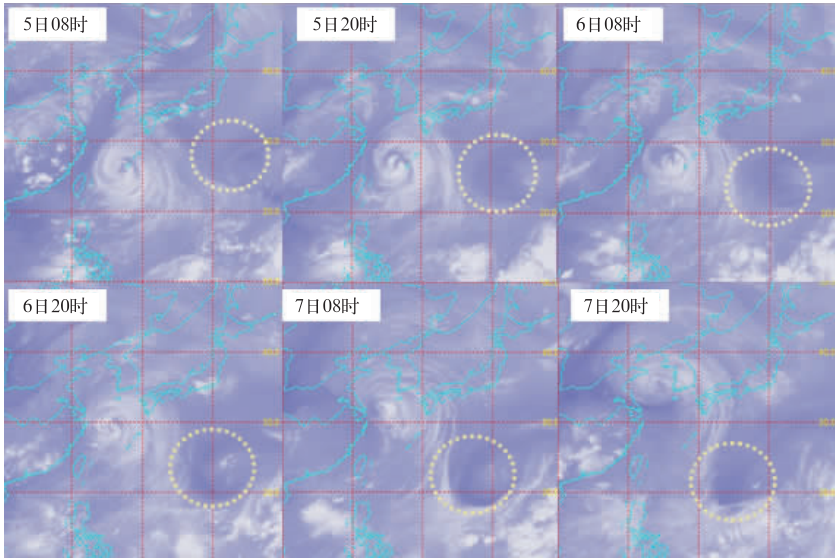


图 4 2011 年 8 月 5 日 08 时至 8 月 7 日 20 时 FY-2E 卫星观测的水汽云图

Fig. 4 The FY-2E water vapor images from 08:00 BT 5 August to 20:00 BT 7 August 2011

3 “梅花”强度预报偏差分析

中央气象台预报“梅花”8 月 5 日进入东海海面后,强度将出现一个快速加强的过程,而“梅花”进入东海后的实况强度不但没有快速增强,相反还出现了一个缓慢减弱的过程。对于 8 月 5 日“梅花”进入东海海面后强度没有增强的原因,初步分析与以下因素有关。

3.1 干空气卷入的影响

在前面的路径预报偏差分析中,曾提到“梅花”东侧的台风“苗柏”在向东北方向移动的过程中,使得副热带高压在“梅花”和“苗柏”之间发生南落,而相对“梅花”和“苗柏”,南落的副热带高压湿度较小,属于干空气。干空气由东南方向卷入“梅花”南部,切断了“梅花”与热带辐合带的连接,“梅花”暖湿气流供应受阻,使得强度没有增加。由 8 月 5 日 08 时

至 8 月 7 日 20 时水汽云图演变图中(图 4)可以看见,干空气形成的暗区(虚线圆形)明显向“梅花”东南方向扩散,此外 8 月 7 日以后“梅花”西侧还可见另一股由中高层干空气形成的暗区卷入“梅花”云系之中。两次干空气卷入“梅花”的过程也可由 500 hPa 相对湿度分布图上得到反映(图略)。

3.2 环境风垂直切变的影响

环境风垂直切变作为影响台风强度变化的重要因素之一,一直在台风强度业务预报中得到重视, Gallina 等^[7-8]的研究表明:环境风垂直切变与台风强度变化之间存在着明显的线性相关,大尺度环境风场强的垂直切变是台风发育成长的杀手,它一方面使胚胎或扰动时期的暖核减弱消散而不能形成,另一方面使成熟台风暖核遭到破坏而强度减弱。西北太平洋影响台风强度变化的环境风垂直切变临界值约为 $9\sim10\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。为此我们计算了“梅花”活动期间的 200~850 hPa 环境风垂直切变(图 5),可以发现,“梅花”生成后,其环境风垂直切变呈现逐渐

下降的趋势,但 8 月 2 日 20 时以后“梅花”的环境风垂直切变呈迅速增大的趋势,特别是“梅花”移入东海以后,其环境风垂直切变一直维持在 $12\sim16\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 的强垂直切变,因此不利于“梅花”强度的加强。环境风垂直切变所导致的“梅花”强度变化,还可以由其暖心结构的明显变化发现(图 6)。

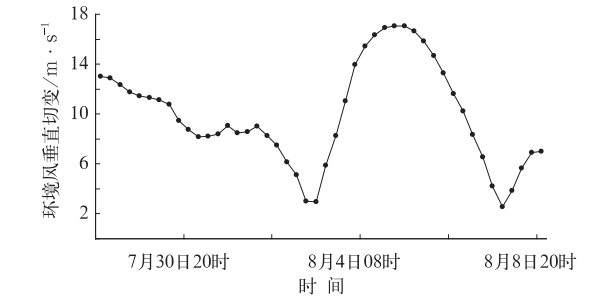


图 5 2011 年 7 月 28 日 14 时至 8 月 8 日 20 时
“梅花”环境风垂直切变演变图
Fig. 5 The evolution of environmental
vertical wind shear of Super Typhoon
Muifa from 14:00 BT 28 July to
20:00 BT 8 August 2011

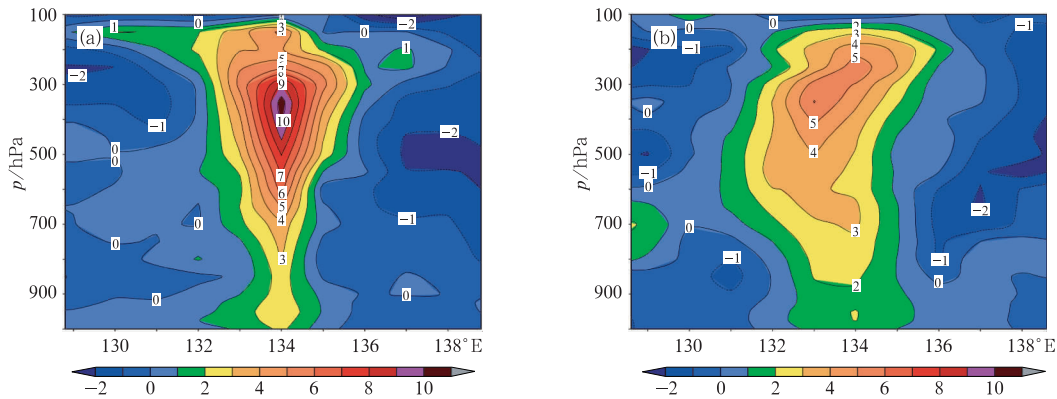


图 6 沿纬圈方向通过台风梅花中心的温度距平值垂直剖面图(单位:℃)
(a) 8 月 5 日 20 时, (b) 8 月 6 日 08 时
Fig. 6 The vertical sections of temperature anomaly along the zonal direction
by passing the Mafia's center at (a) 20:00 BT 5 August 2011,
and (b) 08:00 BT 6 August 2011 (unit: ℃)

3.3 海温的影响

“梅花”移入东海前,东海东部海面维持 30°C 的较高海温,我国东部沿海海温在 29°C 以下(图略)。“梅花”移入东海后,东海东部海面海温呈下降趋势,7 日已下降到 29°C 以下(图略),东海海面海温的下降是“梅花”在缓慢移动中浅表较冷海水上翻所致,同时“梅花”北上过程中,海温随纬度是逐渐降低的,

因此不利于“梅花”的加强。为了考虑浅表海洋冷水上翻对“梅花”的影响,利用国家气象中心海气耦合模式(GRAPES-ECOM_si)对此进行了数值试验,结果表明:海洋浅表冷水上翻,使得海温出现大幅度下降,48 小时最大降温幅度达近 $5\sim6^{\circ}\text{C}$ (图 7a),海温下降幅度与 NCEP 分析的海温变化相近(图 7b),“梅花”强度也出现减弱的趋势(图略)。

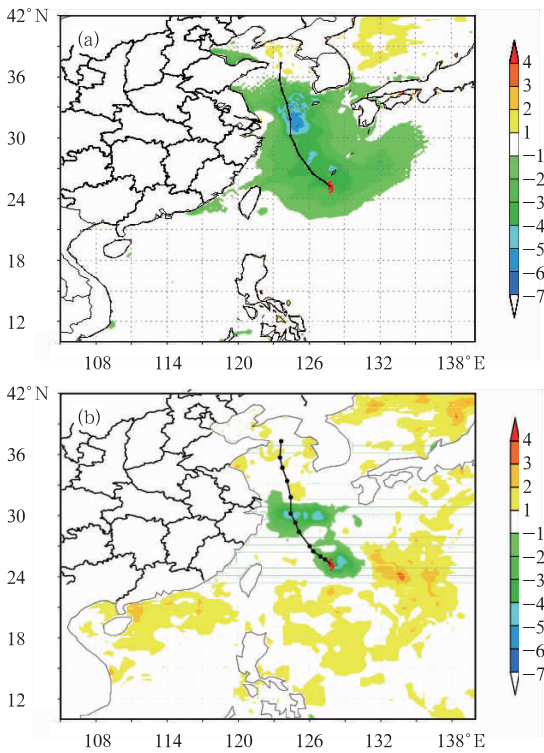


图 7 国家气象中心海气耦合模式 48 h 海温
变温预报 (a,2011 年 8 月 5 日 08 时起报)
和 2011 年 8 月 5 日与 7 日 NCEP
AVHRR+AMSR-E 海温的 48 h 变温分布(b)
Fig.7 The 48 h SST variation forecasts by the
NMC coupled ocean-atmosphere model
initiated at 08:00 BT 5 August 2011 (a) and
by the NCEP AVHRR+AMSR-E SST between
5 August and 7 August 2011 (b)

4 “梅花”降雨预报偏差分析

由于中央气象台对“梅花”路径和强度的预报出现偏差,使得降雨预报出现了较大的偏差,中央气象台先后预报浙江东部、上海、江苏东部、山东中东部、河北东部、天津东部、辽宁大部、吉林中东部、黑龙江中东部将出现大到暴雨,其中浙江东部和上海、江苏东部、山东半岛、辽宁中东部的部分地区将出现大暴雨,辽宁的局地还将出现特大暴雨。而实况仅在浙江中北部部分地区、山东西部和北部及半岛部分地区、辽宁东部、吉林东南部出现了大到暴雨,大暴雨则出现在山东局地、辽东半岛部分地区。

“梅花”近海北上降雨预报偏差除了与“梅花”路径和强度的预报出现偏差有关外,还与业务预报中对“梅花”干台风特征的估计不足以及中低纬系统相

互作用弱等有关。

4.1 “梅花”干台风特征明显

为了考察“梅花”的干台风特征,我们计算了“梅花”进入黄海南部时的整层水汽通量积分和大气可降水量的分布状况,由图 8 可以明显看到:“梅花”进入黄海南部时,来自西南季风的水汽通道有一个明显的断裂带,大的水汽通量区只存在于台风内环流区(图 8a),而与之相对应的大气可降水量分布,显示大于 60 mm 的可降水量大值区只孤立地存在于台风眼区周围一个很小的范围(图 8b)。而从 FY2E 卫星监测来看,“梅花”在北上过程中云系发展不旺盛,1 h 降雨估计最大也不到 15 mm(图略),相应的雷达降水回波则以混合型降水回波为主,回波强度多在 20~35 dBz,对应着 10~20 mm·h⁻¹ 的降水

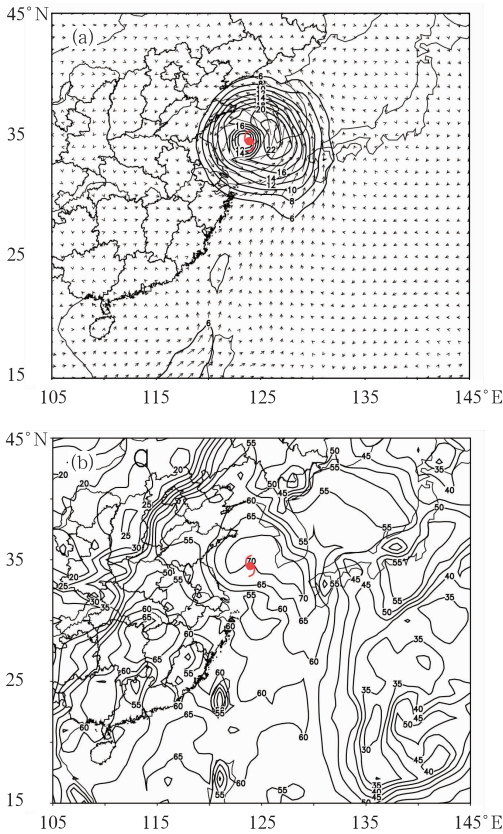


图 8 2011 年 8 月 7 日 20 时整层水汽
通量积分分布(a,单位:kg·m⁻¹·s⁻¹)
和可降水量分布(b,单位:mm)

Fig.8 The vertical integration distributions
of moisture flux for all levels at 20:00 BT
7 August 2011 (a,unit: kg·m⁻¹·s⁻¹),
and of precipitable water for all levels at
20:00 BT 7 August 2011 (b,unit: mm)

强度(图略)。

4.2 中低纬系统相互作用弱

当“梅花”移至长江口以东海面时,亚洲中纬度环流呈纬向型分布,冷空气中心位于乌拉尔山附近,但有短波槽携带弱冷空气扩散东移南下(图略)。当时考虑到短波槽东移北收过程中可能与北上的台风外围发生相互作用,有可能在山东半岛、辽东半岛南部等地引发强降雨天气,而实际的情况是短波槽东移北收速度比预期快,且强度减弱,预期冷空气将与台风外围云系的相互作用并没有发生。从 2011 年 8 月 8 日 08 时 850 hPa 温度场分布图上可以发现(图 9a),位于青海至内蒙古中部一带的暖温度脊向

北伸展,隔断了北方冷空气与“梅花”的联系,使得冷空气未能与台风系统发生相互作用。

冷空气未能与台风系统发生相互作用还可以从 500 hPa 涡度变化时序图及沿“梅花”中心附近涡度垂直剖面图上可以发现,“梅花”的涡度区呈准对称结构(图 9b),且其中心附近的涡度垂直分布则呈正压状态(图略),其周边西风带系统的涡度区不明显,西风槽和“梅花”两者之间的涡度没有发生明显的相互作用。

5 数值预报系统的表现

5.1 国家气象中心全球模式

T213L31 台风模式共对“梅花”进行了 47 次预报,其 24、48、72、96 和 120 h 平均距离误差分别为 128、215、366、483 和 589 km。图 10a 为 T213 逐时次预报路径和观测路径的比较,由图可以看出:T213 台风模式在“梅花”初期北行阶段预报效果较好,比较成功地预报了“梅花”前期的北行西折。预报误差较大时段出现在 2 日 20 时至 5 日 20 时,主要表现在“梅花”由缓慢西行转为北上之前的预报没有对第二转向做出及时的预报,预报路径为西行登陆浙江和福建,72~120 h 的较大误差主要是由于预报路径西行速度偏快造成的。

而 T639 模式在“梅花”路径的预报中则有非常出色的表现(图 10b),其 24、48、72、96 和 120 h 平均距离误差分别为 75、122、168、214 和 266 km,在包括 ECMWF(图 10c)和 JMA(图 10d)的所有业务全球模式中误差最小。T639 成功地预报了“梅花”的两次移动方向改变,而对于第二次转向的预报源于 T639 模式成功预报了“梅花”的缓慢西行过程。

5.2 国家气象中心 GRAPES-TYM 模式

GRAPES-TYM 是国家气象中心基于 GRAPES-MESO 开发的中尺度区域台风模式,并针对中尺度台风模式开发了相应的涡旋初始化技术。模式系统于 2011 年台风季节开始试验预报。对 2011 年的第 1 至第 10 号台风路径预报误差及强度预报误差分析表明,GRAPES-TYM 的平均路径误差小于 T213 台风模式,强度误差同 ECMWF 以及日本全球模式相当。

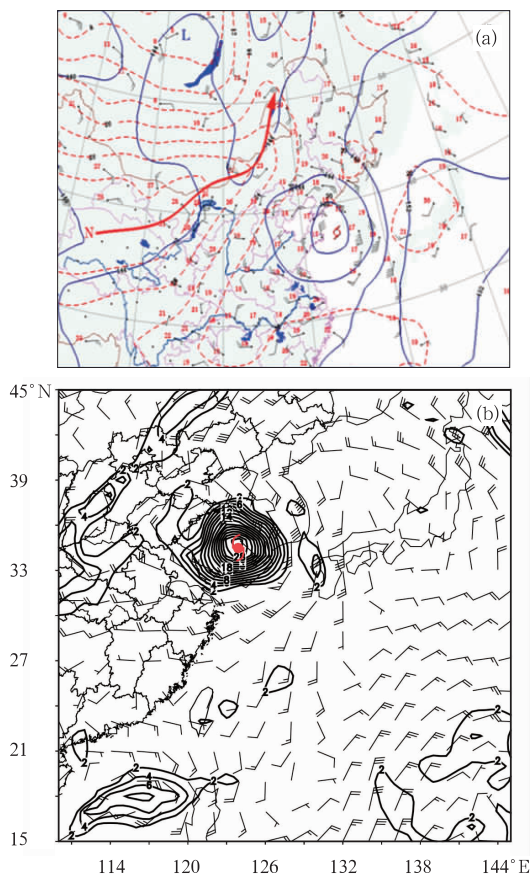


图 9 2011 年 8 月 8 日 08 时 850 hPa 高度、温度及风场分布(a)以及 2011 年 8 月 7 日 20 时 500 hPa 涡度和风场分布 (b,单位: 10^{-5} s^{-1})

Fig. 9 The analysis of 850 hPa temperature height and wind fields at 08:00 BT 8 August 2011 (a), and the distribution of 500 hPa vorticity and wind at 20:00 BT 7 August 2011(b, unit: 10^{-5} s^{-1})

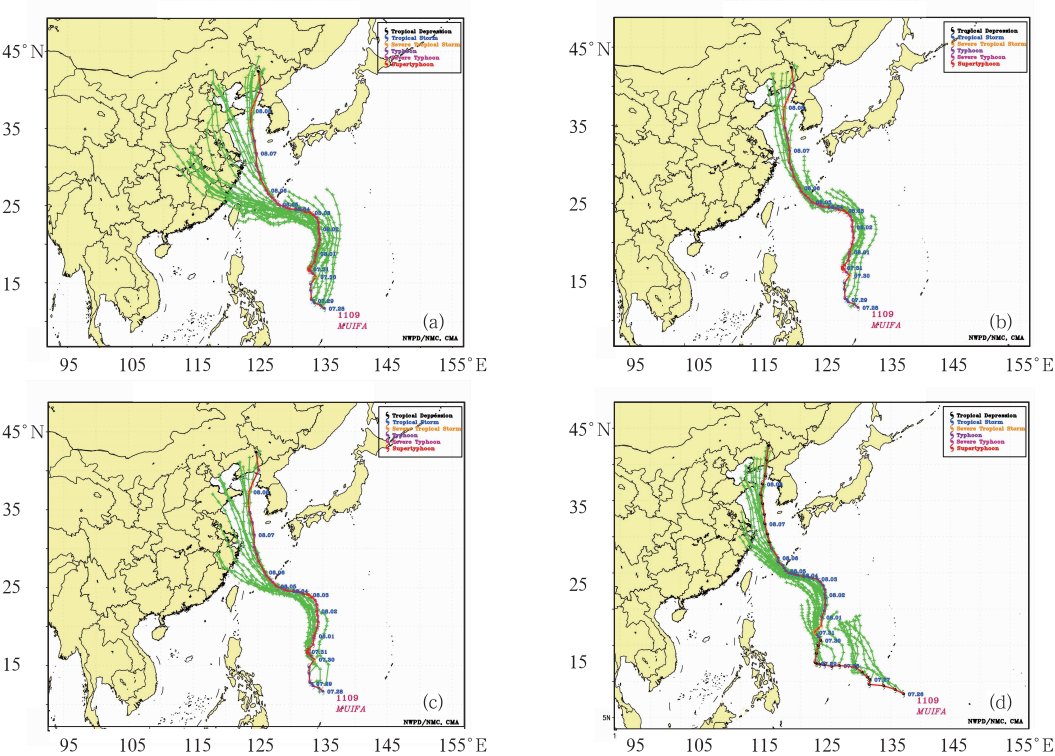


图 10 各国全球模式逐时次预报路径(绿色)和观测路径(红色)比较
(a) T213; (b) T639; (c) ECMWF; (d) JMA

Fig. 10 The comparison between the real-time track (red line) and the forecasting track (green line) by operational global models at all valid predicting times for Super Typhoon Muifa (1109)
(a) T213, (b) T639, (c) ECMWF and (d) JMA

在“梅花”的预报中,GRAPES-TYM 的平均距离误差总体上小于 T213 台风模式,24 h 及 48 h 强度误差均在 $5\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 左右,具有一定的参考作用。另外,从每次预报来看 GRAPES-TYM 在前期快速

发展过程,强度预报效果较好,而后期预报有所偏强,这同 GRAPES-TYM 的系统性预报误差有关。图 11 为 GRAPES-TYM 的路径及最低海平面气压预报。

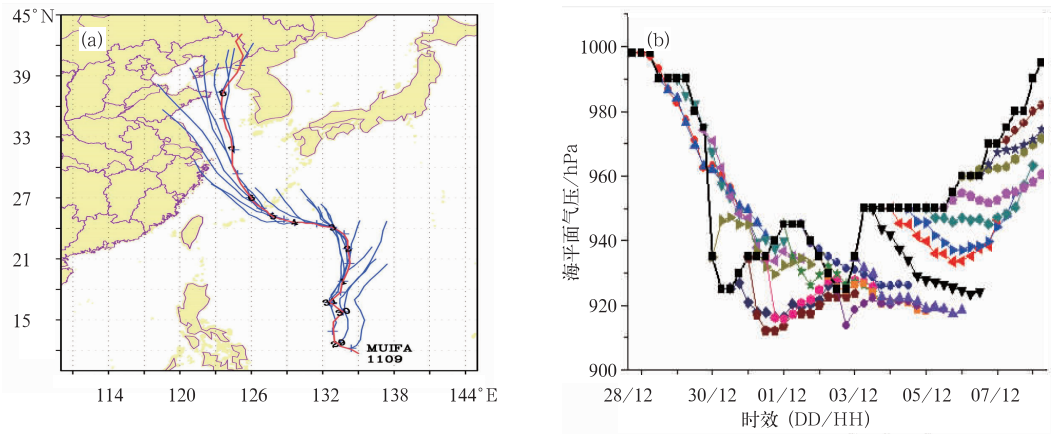


图 11 国家气象中心 GRAPES-TYM 模式逐时次路径(a,红色为观测路径,蓝色为预报路径)和强度(b,黑色圆点为观测强度,其他颜色圆点或三角形为预报强度)预报与实况比较
Fig. 11 The comparison between the real-time (red lines) and forecasting (blue lines) tracks (a) by NMC GRAPES-TYM model at all valid predicting times for Muifa, (b) is the same as (a), but for intensity (real-time: black dots, forecasting: other color dots or triangles)

5.3 TIGGE 集合预报及多模式集成预报

目前国家气象中心可以接收到 7 个中心的 TIGGE 台风集合预报产品,主要包括 CMA、ECMWF、NCEP、JMA、KMA、UKMO 和 CMC 7 家预报中心的 TIGGE 台风集合预报产品,共计 159 个成员。2010 年国家气象中心开发了相应的超级集合预报产品,包括各个中心的袭击概率及集合预报路径图、所有成员的集合预报袭击概率及平均路径图、各个中心平均路径的袭击概率及路径图。2009 和 2010 年的预报性能评估结果显示:各中心的平均预报路径均好于控制预报,而所有成员的平均路径好于单中心的平均路径,所有成员的平均路径误差最小,这种优势在异常台风预报中最为明显。此外,国家气象中心还于 2009 年基于 ECMWF 细网格资料、JMA 全球模式、JMA 台风路径集合预报、国家气象中心 T213 和 T639 模式和英国气象局全球模式开发了台风路径集成预报方法。2009 和 2010 年的预报性能评估结果显示:集成预报路径的平均路

径误差小于单个模式的平均误差,具有较好的预报性能。

在“梅花”的路径预报中,TIGGE 超级集合预报所有成员的平均路径误差最小,其 24、48、72、96 和 120 h 平均距离误差分别为 72、133、211、267 和 304 km,均小于三个业务预报中心(中央气象台、美国联合台风警报中心及日本气象厅)的主观路径预报(图 12)。而从不同时间的超级集合预报结果看,“梅花”预报路径发散度较大的预报时段为 8 月 1 日 20 时至 3 日 20 时,4 日 20 时以后发散度逐渐减小(图略),说明 8 月 1—3 日的路径预报不确定性较大,在这种情况下所有预报成员的平均路径具有较高的参考价值。

此外,在这次“梅花”的路径预报中,国家气象中心集成预报方法也有较好的表现,其 24、48、72、96 和 120 h 平均距离误差分别为 70、128、209、279 和 322 km,路径误差接近 TIGGE 所有成员的平均路径预报水平(图 12)。

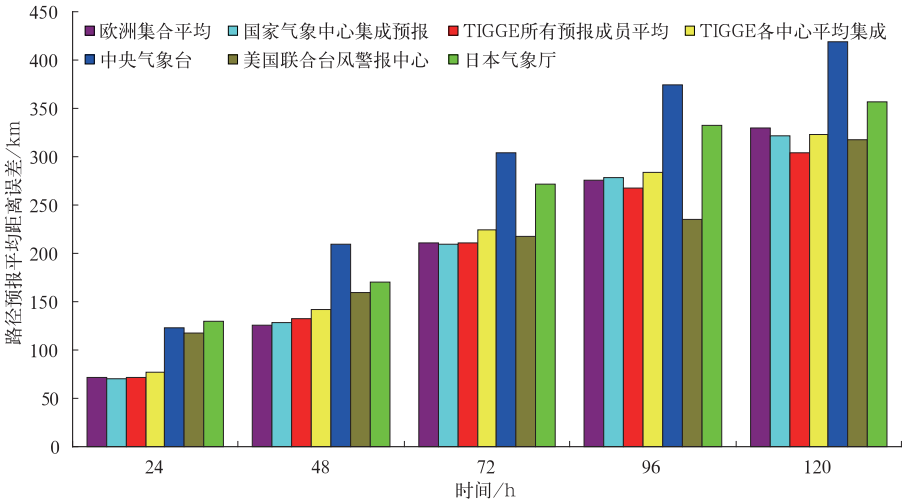


图 12 不同集成预报平均路径误差和主观预报误差比较(单位:km)
Fig. 12 The comparison between the track errors of different consensus forecast methods and subjective forecasts (unit: km)

6 小结与讨论

(1) “梅花”业务预报的主要难点是预报登陆还是近海北上,乐观地估计日本附近副热带高压的西进是“梅花”路径预报出现偏差的主要原因。西风槽对副热带高压西进的持续阻挡和“梅花”东侧 1110

号台风“苗柏”的东北行共同导致副热带高压南落,则是“梅花”引导气流由东南气流转为偏南气流的主要因素,并造成“梅花”持续北上、三次与我国大陆擦肩而过。因此从这个意义上说,“苗柏”的东北行在一定程度上对副热带高压南落具有指示意义。

(2) “梅花”强度预报偏强的主要原因是仅考虑了台风移入高海温区可能对其强度加强带来的有利

影响,而忽视了环境风垂直切变、干空气的侵入、台风本身的结构等多种因素对台风强度变化的影响;而从决策服务的角度考虑,由于强度预报的不确定性大,因此在台风强度业务预报中,应忌讳将强度报得太强,以避免给服务带来较大的被动。

(3)“梅花”降雨预报偏强的主要原因是对“梅花”干台风特征的估计不足以及“梅花”在北上过程中未能与冷空气结合有关,而我国中东部地区长时间维持宽阔的槽区导致我国北方地区多为暖平流控制则是“梅花”未能与冷空气结合的主要因素。

(4)在台风降雨业务预报中,应充分考虑台风路径、强度预报的偏差,同时还应加强卫星降雨估计产品的分析与应用,建立完善台风预报与 QPF 预报的内部沟通与会商协调机制,以提高台风降雨预报的准确率。

(5)当数值模式预报存在较大分歧时,台风路径集合或集成预报是解决模式分歧的有效手段,因此在台风路径业务预报中,建立以集合或集成预报为基础的业务预报流程,对提高台风路径预报准确率尤为重要。

参考文献

[1] 邹树峰,顾润源,朱官忠,等. 影响我国北方热带气旋的若干

统计特征[J]. 气象,1997,23(7):42-45.
[2] 王秀萍,梁军. 近 52 年北上热带气旋的若干气候特征[J]. 气象,2006,32(10):76-80.
[3] 金荣花,高拴柱,顾华,等. 近 31 年登陆北上台风特征及其成因分析[J]. 气象,2006,32(7):33-39.
[4] 程相坤,路西曼. 登陆北上与近海北上台风的对比分析[J]. 海岸工程,1997,16(2):36-40.
[5] 王达文. 北上热带气旋分析与预报[M]. 北京:气象出版社,2001.
[6] 朱官忠,赵从兰. 登陆北上热带气旋的特大暴雨落区探讨[J]. 气象,1998,24(11):16-21.
[7] Gallina G M, Velden C. A quantitative look at the relationship between environmental vertical wind shear and tropical cyclone intensity change utilizing enhanced satellite wind information[R]. Preprints, 24th AMS Conf on Hurr and Trop Meteor Ft Lauderdale FL. Amer Meteor Soc, 2000:256-257.
[8] Gallina G M, Velden C. Environmental vertical wind shear and tropical cyclone intensity change utilizing enhanced satellite derived wind information[R]. Preprints, 25th AMS Conf on Hurr and Trop Meteor, San Diego, CA. Amer Meteor Soc, 2000:172-173.