

# 关于台风麦莎影响北京预报失误的思考

李 津 王 华 郭金兰

(北京市气象台, 100089)

**提 要:** 2005 年第 9 号台风麦莎在浙江台州登陆后北上,北京市气象台于 8 月 6 日发布预报,认为受台风影响北京将出现暴雨天气过程。实况是北京城区只出现了小到中雨,郊区为中到大雨,只有东北部地区出现了暴雨。为了加深对华北台风暴雨的认识,应用常规气象资料、卫星云图对这次预报不理想的原因进行了分析。总结出的原因主要是(1)关于台风路径的数值预报误差较大,预报路径比实况偏西 200km 以上。(2)台风麦莎的结构不对称,云系和强降雨主要分布在台风的东部和北部,而北京处于台风的西北部。(3)台风外围的东南急流只出现在  $120^{\circ}\text{E}$  以东,强度较弱。(4)华北高压的存在阻挡了河套西部冷空气东移,因而不能形成中低纬度系统相互作用的形势。针对上述分析提出了预报着眼点和改进预报服务的建议。

**关键词:** 台风暴雨 预报 不对称结构 低空急流 冷空气

## Review on the Forecast of Effect of Typhoon Maisha on Beijing

Li Jin Wang Hua Guo Jinlan

(Beijing Meteorological Observatory, 100089)

**Abstract:** Typhoon Maisha(0509) moved northward after landing on Zhejiang. Beijing Meteorological Observatory predicted that the typhoon would bring heavy rainfall to Beijing. Actually, there was the heavy rain only in the northeastern Beijing and the moderate rain in the most of the city. To understand typhoon heavy rainfall in Huabei deeply, an analysis of this unsuccessful forecast is performed by using the conventional meteorological data and the satellite images. The results show that (1) the numerical forecast of the typhoon track had an error, (2) the typhoon maintained a-symmetry structure and heavy rain occurred only in the east and north of the typhoon, (3) the weak southeast jet occurred mainly in the east of  $120^{\circ}\text{E}$  and (4) since Huabei high pressure obstructed cold air from the great band of Yellow River moving eastward, the interaction

本文获北京市气象局预报员专项资助。

收稿日期:2006 年 12 月 9 日; 修定稿日期:2007 年 5 月 15 日

between low-latitude and middle-latitude synoptic system could not formed. In addition, it provides some instructions for the forecast and service of typhoon heavy rainfall in Beijing.

**Key Words:** typhoon heavy rainfall forecast asymmetry structure low-level jet cold air

## 引 言

台风产生于低纬地区,华北则位于中纬度的西风带中。台风能够影响到华北产生暴雨,通常是中低纬度系统相互作用的结果。关于台风对华北暴雨的作用,数位专家早在20世纪90年代初的《华北暴雨》一书中就作了详细阐述,归纳起来为以下几点:(1)华北受台风直接或间接影响产生暴雨是北方暴雨的一种类型。近50年影响北京的4次台风,除去1972年是直接影响北京产生暴雨外,其余几次均是远距离给北京带来的暴雨。(2)远距离产生暴雨的关键因素之一是存在东南低空急流,急流于北方暴雨发生前12~24小时出现,有明显的先兆性。(3)远距离产生暴雨的另一关键因素是西风槽中有弱冷空气东移。

近十年针对台风暴雨的研究取得不少进展,台风与中纬度系统的相互作用、台风与地形的相互作用、台风中小尺度及其动力学特征等方面均得到深入研究。程正泉<sup>[1]</sup>、金荣花<sup>[2]</sup>、边清河<sup>[3]</sup>、何立富<sup>[4]</sup>等人对北上台风的特征及其成因、华北台风暴雨的统计特征和“麦莎”的结构与外围暴雨分布特征分别作过分析,取得一些有意义的成果。

对于北京的一线预报员来说,如何在实际工作中做好类似“麦莎”这类重大天气事件的预报,是很迫切的问题。本文希望通过对台风麦莎的综合分析,掌握一些北京预报台风暴雨的着眼点,以期对今后该类情况的预报有所帮助。

## 1 预报情况

2005年7月31日,0509号台风麦莎在菲

律宾以东的太平洋洋面上生成,8月3日凌晨加强为台风,6日3时40分在浙江省台州市登陆,登陆时近中心最大风速 $45\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。之后,强度逐渐减弱,一路北上,先后穿过浙江中部、安徽东南部、江苏中北部、山东东部,于8月8日中午进入渤海莱州湾,9日7时10分在辽宁省大连市再次登陆后减弱为低气压。

由于“麦莎”登陆初期的破坏力极强,登陆后移动路径又偏向西北方向,大气环流背景非常有利于台风北上影响华北东部。同时各种数值预报模式预报的台风路径显示,该台风可能对北京影响很大。所以8月6日我们做出了7日夜间至9日北京有一次暴雨天气过程的预报,之后的7日和8日白天继续发布全市有大到暴雨的预报。实况是8日夜间到9日白天北京城区出现了小到中雨,郊区出现中到大雨,东北部地区出现暴雨。从预报来看,这次降水天气过程的结束时间与我们的预报时间一致,但降水开始时间明显滞后,过程实际降水量比前期的预报结果显著偏小。

## 2 台风麦莎影响北京的预报不理想的原因分析

### 2.1 路径预报出现偏差

由于根据各种数值预报产品的台风路径得出的综合路径与“麦莎”的实际路径出现偏差,提前48小时的路径预报与实况的偏差达到250km。虽然这样的预报水平已接近世界先进水平,但以此路径预报为基础作出北京如此小范围的降水强度预报是很困难的。

在8月2—3日的48~72小时预报中,欧洲中心、日本、德国和中央台等的台风模式在预报“麦莎”登陆点时存在很大分歧,除欧洲中心外,其他模式都预报台风海上转向或

偏北登陆<sup>[5]</sup>。在 8 月 6 日的路径预报中,分歧仍然很明显,其中欧洲中心预报的路径更靠近北京,而日本的路径则偏东。如图 1 所示,在综合了欧洲中心、日本、德国和中央台等的台风模式后得出的预报路径距离北京很近,依此预报,我们认为“麦莎”会对北京影响比较大,但台风的实际路径却偏东了 200 多公里。在 8 月 7 日和 8 日的预报中各家数值预报都有所调整,分歧逐渐减小,综合路径较 6 日偏东,逐步接近实况。路径预报的不断调整可能是由于华北西部和北部高压脊的加强和副热带高压西进的速度减慢造成的。数值预报与实况的误差是造成我们预报出现偏差的主要原因之一。

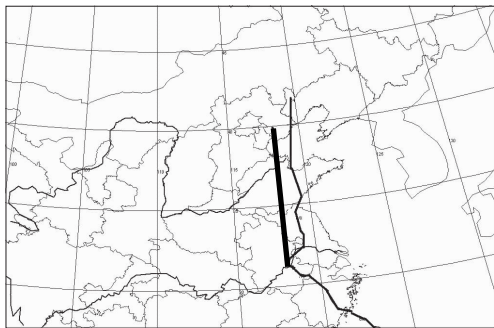


图 1 0509 号台风麦莎路径实况(粗折线)与 6 日的综合预报路径(粗实线)图

## 2.2 台风麦莎的不对称结构

### 2.2.1 云图演变和降水实况的对比

通过对比卫星云图的演变情况与降水实况的分布图,发现登陆后的“麦莎”具有结构不对称的特点,云系和强降水主要分布在台风的东部和北部,北京处于台风的西北部。

#### 2.2.1.1 云系演变情况

从 8 月 7—9 日的红外卫星云图的演变(图略)可以看到,台风云系的主体始终偏东,大都在  $120^{\circ}\text{E}$  以东的位置,海上的云团很完整,陆上部分比较弱,尤其是台风的西南部分云很少,云顶温度最低值中心常位于台风的

东南方向。

7 日上午,台风云系比较紧密。中午之后,逐渐变得松散,范围扩大,但中心减弱,云顶温度为  $-50^{\circ}\text{C}$ ,并且主要云系都在海上。20 时,台风云系明显加强,中心温度降至  $-70^{\circ}\text{C}$ ,位于山东半岛。入夜后,云系主体在渤海湾东部,中心温度继续下降至  $-75^{\circ}\text{C}$ ,云团一直旺盛发展,并向东北方向延伸。8 日 08 时,台风虽然还在山东半岛,但云系主要在其东北方和北方。而后云系开始变散,范围扩大,12 时,西扩至北京上空,维持到 20 时消散。

由于海上的水汽非常充沛,所以相比陆上部分,云系在海上更为完整。从云图的演变还能看到,支持台风的水汽主要来自于西太平洋,另有一部分来自于华南。

#### 2.2.1.2 地面降水实况

如图 2 所示,8 月 7 日 20 时和 8 日 08 时

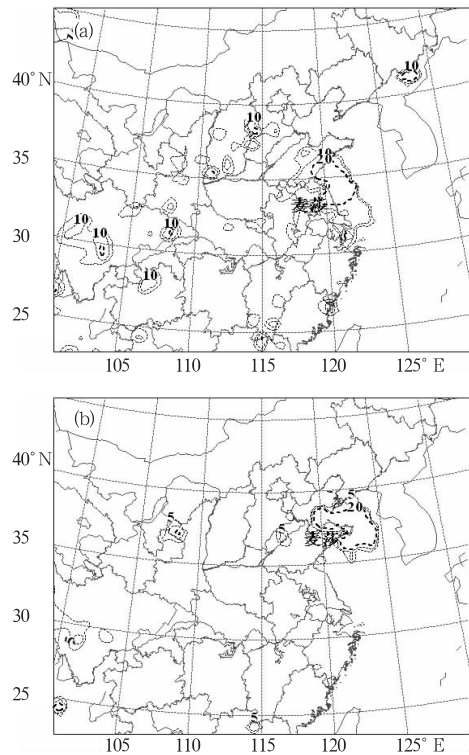


图 2 2005 年 8 月 7 日 20 时(a)和 8 日 08 时(b)地面过去 6 小时的降水量分布图(单位:mm)

的地面大降水中心主要在台风的北部和东部,6小时降雨量超过20mm。而台风的西部和南部的降水一直很弱,不足5mm,北京一直处于台风路径的西侧。

### 2.2.2 垂直运动和涡度平流的不对称分布

图3给出了500hPa物理量场的诊断分

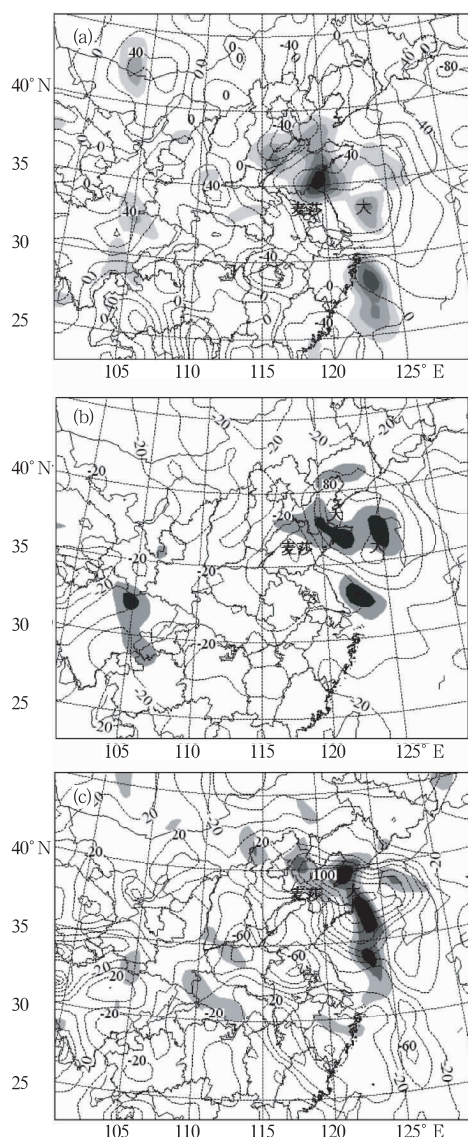


图3 2005年8月7日20时(a)、8日08时(b)、8日20时(c)的500hPa的台风位置、涡度平流(颜色深度表示正涡度平流的强度)和垂直速度(点划线表示,标注“大”的为上升中心)合成图

析情况:7日20时、8日08时和20时,台风麦莎的上升中心一直位于其东侧的海上,且中心强度随时间逐渐增强。台风东半部的垂直上升速度明显强于西半部。8日20时,台风的北半部上升速度也很大。但除了8日20时,北京上空的垂直速度一直很小。

由于强上升区没有均匀地分布于台风周围,所以“麦莎”周围的云系也分布不均,上升速度大的地方,比如台风的东部海上,对流云就发展旺盛。西部和南部的上升气流很弱,因而云量也明显少。从而形成了“麦莎”的不对称结构。

对比图3中涡度平流的强度和台风移动路径发现,台风有向正涡度平流中心移动的趋势。正涡度平流中心始终位于台风的北部或东北部,台风的路径也是正北或正北偏东。

### 2.3 低空东南急流偏东偏弱

台风远距离暴雨与低空急流有着较为密切的关系,台风环流往往在低空形成一条宽广的偏东南急流带,并成为暴雨区的主要水汽通道和能量通道<sup>[1]</sup>。

从7日08时—8日20时的700hPa和850hPa的高空图上看到,只有台风附近的风速较大,急流的尺度比较小,其中东南低空急流只出现在120°E以东的个别地区,以西地区主要是东风急流或东北风急流。

在7日08时700hPa的高空图上,台风北部35°N以南为偏东风急流,台风南部有西南急流。20时,偏东风急流随台风北上到达山东半岛,37°N附近。台风从北京的南部移动到北京的东南部,使得北京的风向也随之变化,7日08时为东南风 $4\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ,20时转为很弱的东风,8日08时又转为东北风 $8\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ,20时出现东北风急流 $14\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。从台风由远至近,北京地区始终没有出现低空东南急流。

由于低空急流的欠缺,北京地区的水汽

来源很有限。从 8 日 08 时 700hPa 和 850hPa 的比湿图(图略)上看到,比湿的大值中心主要位于  $120^{\circ}\text{E}$  以东地区,北京不在其中。同时次的水汽通量散度图(图略)清楚显示了  $120^{\circ}\text{E}$  以东地区、山东半岛及其东部海面有明显的水汽输入,而北京只有少量的水汽进入。

#### 2.4 华北高压的存在阻挡了冷空气东移

7 日 08 时,华东地区由台风控制,副热带高压位于其东侧,华北为从渤海上伸来的高压控制,河套以东有弱的辐合,我国  $40^{\circ}\text{N}$  以北地区为一较强高压脊控制(见图 4a);7 日 20 时,副热带高压加强西伸,华北仍为渤海上伸来的高压脊控制,由于台风北上影响,北京处于高压的南端, $40^{\circ}\text{N}$  以北地区为强高

压脊(见图 4b)。8 日 08 时,副热带高压继续西伸,台风则北进位于其西北侧,中心在山东半岛上,北京处在台风的西北方,渤海上伸来的高压脊被台风北抬但没有减弱, $40^{\circ}\text{N}$  以北地区的强高压脊仍在维持。

从高空形势来看,在台风进入大陆北上时期,我国  $40^{\circ}\text{N}$  以北地区一直有强高压脊维持。虽然河套附近有弱的辐合区存在,但由于渤海上空西伸的高压脊阻挡,辐合区始终没有东移。华北高压的存在阻挡了河套以西冷空气的东移,不能出现中低纬度系统相互作用的形势。与之形成鲜明对比的是:1994 年第 6 号台风在福建登陆后, $40^{\circ}\text{N}$  以北地区没有强高压脊阻挡,中纬度的西风槽能够顺利东移,与低纬度的台风配合,在 7 月 12—13 日为北京带来了暴雨(见图 5)。

登陆台风北上,冷空气的侵入和变性常会加剧台风暴雨。从 7 日 08 时—8 日 08 时

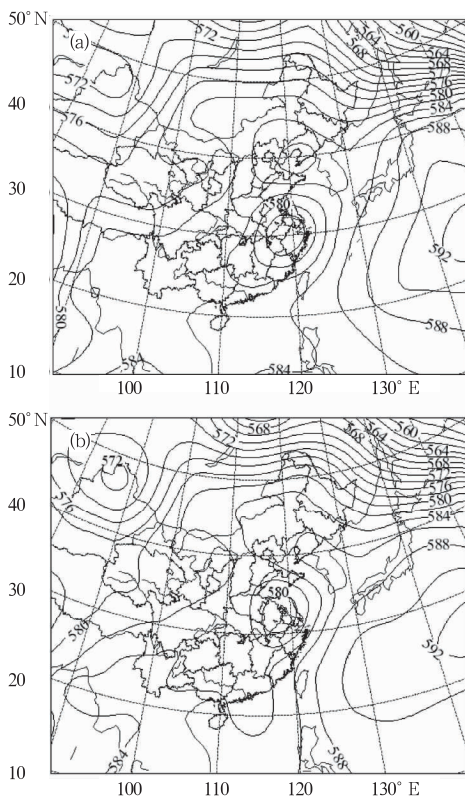


图 4 2005 年 8 月 7 日 08 时(a)和 20 时(b) 500hPa 的高度场

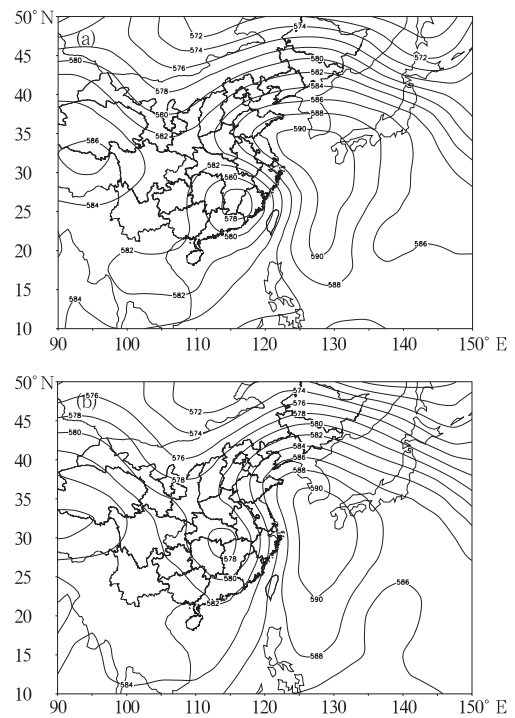


图 5 1994 年 7 月 11 日 20 时(a)和 12 日 08 时(b)500hPa 的高度场

500hPa 图上看到,北京到河套之间的各站均无降温,说明无西来的冷空气。在7日20时和8日08时500hPa的温度平流诊断图(图略)中发现,台风的东侧是暖平流,东南部是暖平流中心,可达 $5\sim 7\times 10^{-5}\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{s}^{-1}$ 。北京地区也处于正温度平流的范围内,虽然只有 $0\sim 1\times 10^{-5}\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{s}^{-1}$ 。负温度平流远在河套以西地区。

## 2.5 预报之后服务的不足

对于这次台风预报的不成功,除去上述技术因素外,非技术因素也起了一定作用。其中一个不足之处是发布暴雨预报的时间偏早,在预报难度很大的情况下,8月6日即发出7日夜间至9日北京有暴雨的预报,还是有相当风险的。另外,由于预报之后服务工作不够到位,使得台风的影响被夸大,政府和民众都加入到了准备抗洪抢险的队伍中,付出了巨大的社会成本。

这次经历提醒了气象部门,预报固然重要,但在现阶段服务也很关键,如何让政府和大众用好预报,也是我们应该深思的问题。

## 3 预报着眼点

虽然台风北上影响北京的概率很小,但只要出现就是对我们的预报的重大考验,如“麦莎”一样牵动整个社会。通过本文的分析,发现做好台风影响北京的预报需要关注以下几点。

### 3.1 数值预报的使用

目前路径预报主要依靠数值预报,但是它存在误差。目前国家气象中心、上海和广州区域中心投入业务的台风数值模式,其平均误差24小时小于200km,48小时小于400km。即使是欧美日等发达国家的台风预报水平<sup>[5]</sup>也存在上百公里的误差。所以台风

预报是跟踪预报,其路径和强度只能参考,依据全球形势预报中的台风路径预报过早发布暴雨预报是不可靠的。

虽然数值预报的路径结果总会有偏差,但它包含了很多有用信息,比如对环流形势的总体预报是可信的。实际业务中,对于具体的路径预报,可以根据预报误差进行适当订正,如对“麦莎”的路径预报比实况偏西,若能及时订正也许会改善预报效果。总体来看,对于数值预报要重点关注环流背景的变化,如副高的发展、台风的大致走向、西风带的变化情况,对华北高压的预报在本例中就至关重要。

### 3.2 注重台风的个体差异

台风的个体差异很大,但就同一个台风来说,它的特点相对稳定。比如,“麦莎”的不对称结构,以及由此导致的降水分布不均的特点一直贯穿在它的陆上行程。由于北京地处中纬度,台风从华南或华东登陆后如果能到达北京,需要一段很长的旅程。这也留给我们一定的时间观察台风的降水特点并分析原因,从而预报其对北京的影响程度。

### 3.3 低空东南急流和弱冷空气是导致华北暴雨的关键因素

对于华北暴雨来说,由于本地区水汽有限,水汽输送就非常关键。出现强降雨时,低空急流必不可少,对于北京也是如此。东南低空急流非常重要,可以把海上的大量水汽带到北京上空。而另一个关键因素则是冷空气,冷空气是形成中低纬度系统相应作用的重要成员。如果台风距离较远,但北京附近有东南低空急流,上游有弱冷空气南下,则北京出现暴雨的可能性会很大。

### 3.4 服务的策略性

受各种因素制约的预报准确率目前是不

能满足社会发展需要的,如何更好地让政府和大众满意,这就需要有策略的服务来弥补。同样的预报结论,不同的服务方法,会产生不同的效果。

对于台风这类高影响、高难度但小概率事件的预报,北方气象部门在没有太多把握的情况下,可以对天气过程提的比较模糊,同时尽量临近再给出详细预报。至于政府的特殊要求,可以以内部消息的形式只把较早的预报结论提供给政府。另外,提供预报之后,还要引导大家用好预报。

#### 4 结 论

通过对台风麦莎对北京影响的预报的分析,得出预报出现偏差的原因主要有以下 4 点:

(1) 关于台风路径的数值预报误差较大,预报路径比实况偏西 200km 以上。

(2) 由于台风麦莎的结构不对称,云系和强降雨主要分布在台风的东部和北部,而北京处于台风的西北部。

(3) 台风外围的东南急流只出现在

120°E 以东,强度较弱。

(4) 华北高压的存在阻挡了河套西部冷空气的东移,因而不能形成中低纬度系统相互作用的形势。

在此基础上,本文提出了加强数值预报的使用,注重台风的个体差异,关注台风导致华北暴雨的关键因素和服务的策略性等预报着眼点。

#### 参考文献

- [1] 程正泉,陈联寿,徐祥德,等. 近 10 年中国台风暴雨研究进展[J]. 气象,2005,31(12):3-7.
- [2] 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.
- [3] 边清河,丁治英,吴明月,等. 华北地区台风暴雨的统计特征分析[J]. 气象,2006,31(3):61-65.
- [4] 何立富,尹洁,陈涛,等. 0509 号台风麦莎的结构与外围暴雨分布特征[J]. 气象,2006,32(3):93-100.
- [5] 庄千宝,叶子祥,陈宣森. 从 2005 年台风路径数值预报结果的统计、评估来探讨台风决策预报的可预报时间[G]. 中国气象局预测减灾司编. 天气预报技术文集(2006). 北京:气象出版社,2006:32-36.