

0908号台风“莫拉克”异常路径的诊断分析与数值模拟

李波¹, 费建芳¹, 黄小刚¹, 宋平², 宋辉³

(1.解放军理工大学气象学院,江苏 南京 211101;2.南京信息工程大学,江苏 南京 210044;

3.解放军93801部队,陕西 武功 712201)

摘 要:采用NCEP再分析资料,通过诊断分析与数值模拟方法,研究探讨“莫拉克”路径异常的可能原因。结果表明:(1)“莫拉克”的移动主要还是受副高南侧偏东气流的引导;“莫拉克”登陆台湾前的移速缓慢主要的影响因素包括这个阶段东侧热带低压“艾涛”的生成对副高引导气流的减弱作用以及大陆高压的阻挡作用;副高主体减弱东退,西南气流的作用以及双台风效应是“莫拉克”北折的主要原因;(2)数值模拟控制试验能较好地模拟出“莫拉克”的移动路径,但是对台风强度的模拟效果不好;两组地形敏感性试验相对于控制试验的模拟路径偏差均较小,台湾岛地形对“莫拉克”移向和移速的影响不显著。

关键词:台风;异常路径;诊断分析;数值模拟

中图分类号:P444 **文献标识码:**A **文章编号:**1003-0239(2011)02-0018-05

1 引言

台风是一种破坏性极强的猛烈风暴,准确预报台风的路径是减轻台风带来灾害的关键之一。但台风的异常路径往往增加了路径预报准确性的难度。异常路径形成的影响因素大致包括:大尺度环流调整,天气尺度系统的相互作用,中尺度涡旋作用,下垫面影响以及台风的非对称结构影响^[1]。本文选取了具有异常路径特征的0908号台风“莫拉克”,利用诊断分析和数值模拟方法探讨台风路径异常的可能原因,总结影响台风移动的重要因素,为台风路径的业务预报和研究提供一些有益的思考。

2 个例简介

2009年第8号台风“莫拉克”于8月4日(北京时,下同)凌晨在西北太平洋洋面上生成,5日凌晨加强为强热带风暴,下午加强为台风;在台湾

东部近海停滞了12个小时左右后,于7日23时45分在台湾省花莲市沿海登陆,登陆时中心附近最大风力有13级(40 m/s);“莫拉克”登陆7小时之后穿过台湾岛,进入台湾海峡后直角转向,滞留31小时之后,于9日16时20分在福建省霞浦县沿海再次登陆,登陆时中心附近最大风力有12级(33 m/s)。18时减弱为强热带风暴,10日2时减弱为热带风暴,11日晚上在黄海减弱为热带低压,之后“莫拉克”强度继续减弱直至消失。台风的异常路径包括移速和移向的异常^[2],从CMA-STI BestTrack每6小时的位置和强度图(见图1)可以看出,“莫拉克”两次登陆前后的移速缓慢以及在台湾海峡近直角的北转,都属于异常路径。同时,我们可以看到,在“莫拉克”的生命史中,还有另一个台风“天鹅”与之共存。

3 “莫拉克”移动路径的天气尺度特征分析

为了更好地分析台风“莫拉克”路径异常的原

知道, 北侧高空槽位置偏北偏弱, “天鹅”距离较远, 其对“莫拉克”的作用均可忽略不计。因此, 在西行发展阶段, “莫拉克”主要是在副高西南侧偏东气流的引导作用下向偏西方向移动。

3.2 路径突变阶段(7~9日)

7日11时开始, “莫拉克”速度开始明显减慢, 在台湾东部近海停留了近12小时。从6日20时开始, 副高脊停止西伸, 5880 gpm等位势线最西端基本稳定在123°E附近; 与此同时, 大陆高压逐渐东移, 并出现闭合中心, 与副高形成对峙形势; 东侧热带低压“艾涛”逐渐生成(图略)。因此, 在这个阶段, 东侧热带低压“艾涛”的生成对副高引导气流的减弱作用, 大陆高压的阻挡作用是“莫拉

克”移速缓慢的主要原因。

7日23时“莫拉克”登陆台湾花莲, 用时7个小时穿过台湾岛, 于8日08时进入台湾海峡, 随后出现了近直角的转向。分析原因, 我们知道: 从图2可以看出, 7日20时之后, 副高开始逐渐减弱, 主体东退并有所南落, 与此同时在其南端向西南方向逐渐形成了一个高压脊。这个高压脊一方面进一步减弱了副高对“莫拉克”的引导, 另一方面自身的发展对“莫拉克”北抬具有一定的作用。同时我们从图3可以看到, “莫拉克”和“天鹅”南侧有很强的西南气流。偏西气流阻止台风继续西行, 使台风移速减慢; 而偏南气流则给台风以向北的作用力。Carr^[3]等指出季风涡旋南和东南边缘的西或西南气流涌向正在向西移动的台风会导

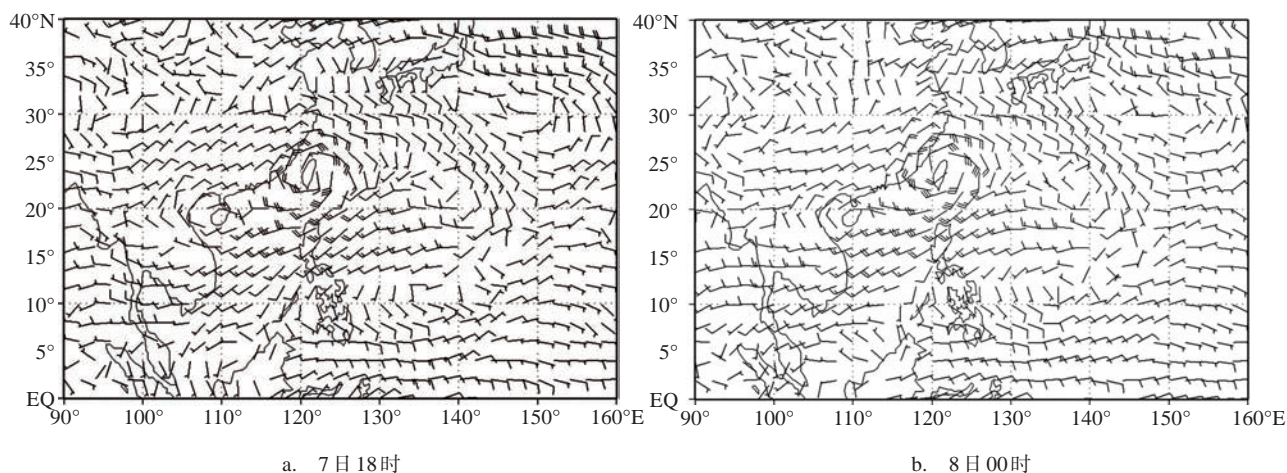


图3 7日18时和8日00时(UTC)850 hPa风场

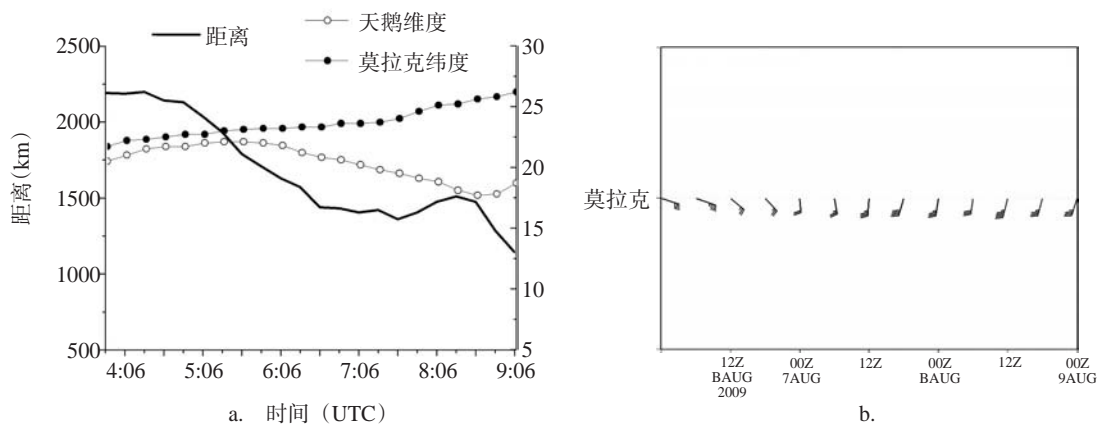


图4 4日00时~9日06时(UTC)“莫拉克”与“天鹅”的纬度以及两者距离随时间变化图(a); 6日06时~9日06时(UTC)“莫拉克”的引导气流随时间变化图(b)(一全杆代表1 m/s)

致台风突然北折。因此台风南侧的西南气流也是其路径转向的原因之一,这也与陈联寿等^[4]提出的热带气旋季风汇合线北翘模式比较类似。此外,6日22时之后,“天鹅”与“莫拉克”的间距进入1500 km以内,两者的路径出现了较明显的互旋,即东侧北抬、西侧南落,两者发生相互作用(见图4a)。由此可见两者间的相互作用对“莫拉克”的北折路径也有一定的影响。

“莫拉克”在转向之后,再次登陆之前移速依然缓慢,主要原因可能是这个阶段周围天气系统相互作用导致引导气流弱。

Wu^[5]利用引导气流概念对台风移动路径进行了有效的诊断。本文将台风的引导气流定义为900~300 hPa深层平均风矢在以各时刻台风中心海平面最低气压位置为中心,水平方向 $7^{\circ} \times 7^{\circ}$ 的范围平均。图4b是根据定义计算得到的各时刻的引导气流。从图中可以看出,从7日08时~8日08时“莫拉克”上空引导气流向北分量逐渐加大,向西分量逐渐减小,引导气流的变化可以较好地解释台风登陆前的移速减慢以及台风路径的北折。

3.3 北移消亡阶段(9~12日)

“莫拉克”在台湾海峡滞留约31小时之后于9日16时登陆福建。登陆之后一直保持北行的路径,主要的引导气流是副高西侧的偏南气流。这个阶段台风的强度是不断减弱的(见图1)。

4 数值模拟及地形敏感性试验

本文采用WRF模式(v3.1.2)对“莫拉克”进行数值模拟。使用NCEP $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ 再分析资料作为初始场及边界条件。模式积分初始时刻为2009年8月6日06时(世界时),积分72 h,包括了“莫拉克”的路径突变阶段。采用双重嵌套网格,粗网格区域的中心为(130°E , 30°N),细网格区域左下角(1, 1)在粗网格区域中的x和y方向的位置为(34, 19);水平分辨率分别为30 km, 10 km;格点数分别为 293×161 , 331×214 ;垂直分层为27层,模式顶为50 hPa;积分时间步长分别为180 s, 90 s。微物理过程采用Lin方案,长波辐射采用rrtm方案,短波辐射采用Dudhia方案,积云对流方案采用Eta的Kain-Fritsch浅对流方案,侧边界采用YSU。每3 h输出一次模拟结果。未对台风进行人工处理。

通过对模拟结果的分析我们知道,模式能较好地模拟出“莫拉克”的移动路径(见图5),但是对于台风强度的模拟效果较差,模拟强度整体偏弱,且不能再现这个阶段台风强度的一个先加强后减弱过程。分析其原因,可能是由于初始资料本身格距偏大,不能详细地反映台风的结构,导致初始时刻台风偏弱,而控制试验又没有对初始场进行订正。

为了考察台湾岛地形对台风“莫拉克”移动路径的可能影响,本文在上述控制试验(CTL的基础

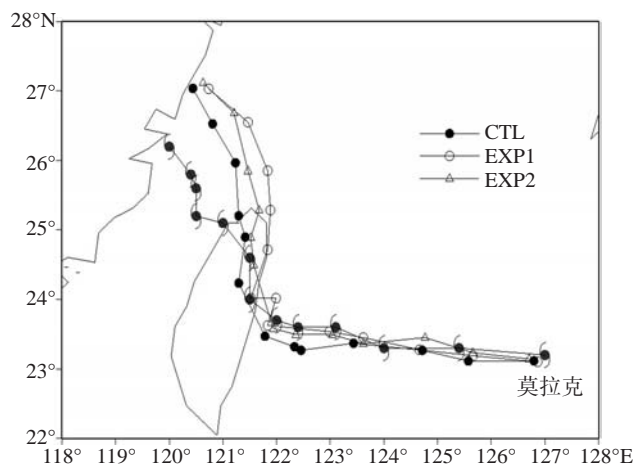


图5 6日06时~9日06时(UTC)的台风路径图(台风标识表示实际路径)

上设计了以下两个敏感性试验:

(1) 台湾岛地形为真实地形的二分之一试验(EXP1):同控制试验相比,把台湾岛地形高度减少为原来的二分之一;

(2) 台湾岛地形去掉试验(EXP2):同控制试验相比,把台湾岛地形高度减少为0,其它同控制试验。

从图5可以看出,两组敏感性试验相对于控制试验的模拟偏差均较小,趋势也较为一致,由此我们得出:台湾岛地形对“莫拉克”移向和移速的影响不显著。当然该结果有待在今后的工作中进行进一步的比较和分析。

5 结论

造成台风路径异常的原因主要可归纳为不同尺度运动的相互作用和不同纬度系统的相互作用^[1]。通过以上分析,我们可以把台风“莫拉克”出现异常路径的原因总结为:“莫拉克”的移动主要还是受大尺度天气系统副高环流的引导,当副高减弱时台风移速也开始减慢。副高减弱东退是其直角转向的一个原因。除此之外,在“莫拉克”的生命史过程中大陆高压,东西两侧的台风“天鹅”和“艾涛”,台风南侧的西南气流都对其异常路径产生了

一定的影响。通过地形敏感性试验我们知道:台湾岛地形对“莫拉克”的移动路径几乎没有影响。

当然,以上分析大都是基于天气学角度的定性分析,想要更好地理解“莫拉克”异常路径过程的根本原因,需要对可能影响台风路径的各个因素逐一分别加以考虑并定量分析,这也是作者下一步计划开展的工作。

参考文献:

- [1] 陈联寿,徐祥德,罗哲贤.热带气旋动力学引论[M].北京:气象出版社,2002:37-41.
- [2] 王志烈,费亮.台风预报手册[R].北京:气象出版社,1987:206-207.
- [3] Carr L E III, Elsberry L R. Monsoon interactions leading to sudden tropical cyclone track changes[J]. Mon Wea Rev, 1995, 123: 2295-2318.
- [4] 陈联寿,丁一汇.西太平洋台风概论[M].北京:科学出版社,1979: 289-291.
- [5] Wu C C, Huang TS, Huang wp et al. A new look at the binary interaction: Potential vorticity diagnosis of the unusual southward movement of Tropical Storm Bopha(2000) and its interaction with Supertyphoon Saomei(2000)[M]. Mon Wea Rev, 2003, 131: 1289-1300.

Diagnoses and numerical simulation of the unusual track of Morakot (0908)

LI Bo¹, FEI Jian-fang¹, HUANG Xiao-gang¹, SONG Ping², SONG Hui³

(1. Institute of Meteorology, PLA Univ of Sci & Tech, Nanjing 211101 China; 2. Nanjing University of Information Science and Technology, Nanjing 210044 China; 3. PLA 93801 Army, Wugong 712201 China)

Abstract: Using the NECP reanalysis data, the unusual track of “Morakot” is investigated through diagnostic analysis and numerical simulation in this paper. Results show that: (1) The movement of “Morakot” is mainly affected by the eastern steering flow of the subtropical high. The tropical depression “Etau” and the mainland high weaken the steering effect of the environmental flow on “Morakot”. The weakened environmental flow is the major reason for the slow movement of “Morakot” before landing on Taiwan. The eastward retreating and weakening of the subtropical high, the southwestern current, as well as the binary interaction, play important roles when “Morakot” is turning to north. (2) The track of “Morakot” can be successfully simulated by the control test of numerical simulation, but the intensity of typhoon; The deviation of two terrain sensitivity tests relative to the control test of numerical simulation is small. The influence of terrain of Taiwan Island on the direction and speed of typhoon, moving is not significant.

Key words: typhoon; unusual track; diagnostic analysis; numerical simulation