

0917号台风“芭玛”折向东南向移动原因分析

魏新, 王力群, 李海宁

(中国卫星海上测控部, 江苏 江阴 214431)

摘 要:利用NCEP全球数据同化系统(GDAS) $1^{\circ}\times 1^{\circ}$ 分析资料,对0917号台风“芭玛”折向东南向移动原因进行了分析。结果表明,中高纬度环流调整是“芭玛”折向东南向移动的根本原因;0918号台风“茉莉”通过改变外围环境场的强度、形状对“芭玛”台风产生间接影响,而两台风之间逆时针互旋以及台风“茉莉”外围强大的环流对台风“芭玛”的直接作用是台风“芭玛”折向东南向移动的关键。对台风“芭玛”经纬向UV最大风速变化诊断分析表明,“芭玛”经纬向UV最大风速中心的转移对“芭玛”折向东南向移动有重要影响,经纬向UV最大风速差的变化对“芭玛”转向具有预示作用,经纬向最大风速差的合成风方向与台风中心未来移动方向有一定的关系。

关键词:台风;异常路径;环流调整;双台风效应;UV最大风速差

中图分类号:P444 **文献标志码:**A **文章编号:**1003-0239(2012)01-0006-07

1 引言

台风长期以来被视为受环境场引导而移动的涡旋,对其移动路径的预报转化为对环境场引导气流的预测。但预报实践中,在环境场引导气流无明显改变的情况下,台风移速、强度、移向仍会发生突然变化。20世纪80年代Holland^[1]提出了 β 效应,认为台风移动不仅受大尺度环流场的引导,还有 β 效应,台风的移动受环境流场和 β 效应的共同影响,气流引导理论得到广泛应用。但由于影响台风移动路径因子复杂,如环境场调整、台风自身结构与强度变化、 β 效应、环境加热以及台风与周围大气环境场的相互作用等,都会影响台风移动路径,因而对异常路径台风的预报准确率还不理想^[2],特别是在弱环境场中台风实际移动路径往往发生突然转向,导致预报失误。陈联寿^[3]提出了台风结构不对称概念,指出台风移动路径变化与台风结构有关。20世纪90年代,Elsberry^[4]把环境流场、 β 效应和非对称对流总结为影响台风移动的三个基本因子,之后对台风的研

究主要围绕这三个因子展开。

本文利用国家气象中心热带气旋定位资料、NCEP全球数据同化系统(GDAS) $1^{\circ}\times 1^{\circ}$ 分析资料,从环流场演变、 β 效应、双台风相互作用、经纬向风速变化方面对2009年9月下旬生成于西北太平洋关岛以南洋面的0917台风“芭玛”活动过程及特点进行分析,探讨“芭玛”移动路径折向东南向移动的原因,为今后在实际业务中预报异常路径台风提供参考。

2 “芭玛”台风概况及特点

“芭玛”台风于2009年9月29日在西北太平洋关岛以南洋面 8.0°N 、 140.0°E 附近海域生成。“芭玛”台风生成初期向西移动,9月30日之后转向,稳定地向西北方向移动。台风在移动的过程中强度逐渐增强。10月1日14时,中心位于 12.5°N 、 129.7°E 附近,强度达到最强,中心气压920 hPa、风力55 m/s(16级)、7级风圈半径300 km、10级风圈半径150 km,达到超强台风强度。“芭玛”台风10月3日14时在吕宋岛东北部登陆时减弱为强

台风,中心最大风力减弱到14级,移动速度减慢。穿过菲律宾北部后,继续向西北方向移动。10月5日晚于 20.1°N 、 119.7°E 附近的巴士海峡 180° 转向,折向东南方向移动。10月6日第二次登陆吕宋岛西北部,登陆时台风减弱为强热带风暴,中心最大风力10级。10月7日,“芭玛”台风移出吕宋岛,强度逐渐减弱为热带低压。10月8日凌晨在吕宋岛近岸海域重新发展,增强为热带风暴,并转向偏西方向缓慢移动,中午第三次登陆吕宋北部,在吕宋西北部入海进入南海北部,10月12日上午登陆海南岛万宁市,晚上移出海南,强度突然增强,加强为强热带风暴。10月14日晚登陆越南并减弱为热带风暴,随后迅速减弱为热带低压填塞消失(见图1)。

从“芭玛”台风的整个活动过程看,“芭玛”台风有如下特点:

(1) 台风生命期长。“芭玛”台风从9月27日形成热带低压到10月14日减弱为热带低压,整个活动过程持续18天,经历了从热带低压到超强台风的所有过程,生命期是历史上持续时间最长的台风之一,是一般热带气旋的生命期的3倍;

(2) 强度变化反复无常。“芭玛”台风从9月29日生成后,强度一直加强,30 h后加强为台风,21 h后又增强为超强台风。在第二次登陆吕宋岛后,10月7日,强度一度减弱为热带低压,之后又加强为热带风暴。10月10日在中国南海又一次减弱为热带低压,直到在12日登陆海南岛之前加强为热带风暴,之后强度迅速增强,一度达到强热

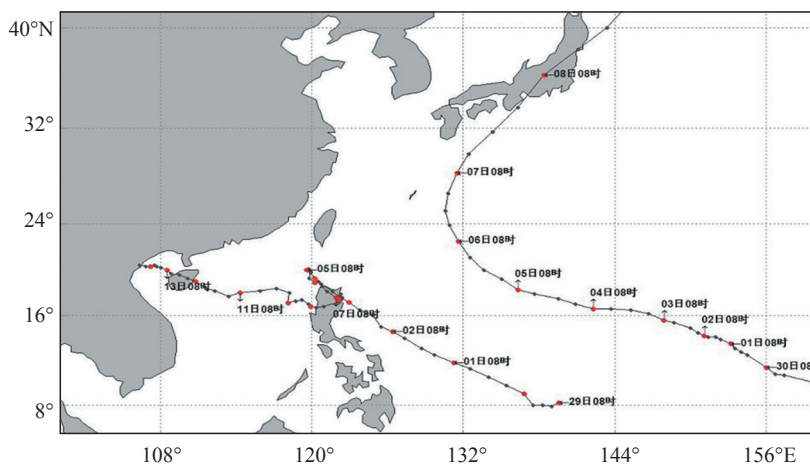


图1 “芭玛”台风的移动路径和“茉莉”台风的移动路径

带风暴,登陆越南后才逐渐减弱为热带低压;

(3) 路径诡异,登录次数多。在“芭玛”台风整个生命史中,经历了2次主要的转向、5次登陆过程,其中在菲律宾登陆3次。台风生成初期向西北方向移动,在10月5日晚上突然 180° 转向,折向东南方向移动。10月8日再次转向偏西方向移动,经过中国南海直至在越南登陆,其中台风转向东南方向移动路径实为罕见,预报难度大,预报失误率高;

(4) 影响范围广,造成损失大。“芭玛”台风是历史上造成损失最大的台风之一,强风暴雨持续时间长,影响范围广,在历史上少见。“芭玛”台风使菲律宾、台湾、海南、广东、广西、越南

等多地不同程度受灾,尤以菲律宾损失严重,造成菲律宾数百人伤亡和巨大的财产损失。

3 环流场对“芭玛”台风折向东南前、后移动路径的影响

台风移动路径受大尺度环流场和 β 效应的制约^[5]。在研究西北太平洋台风移动路径时,许多专家学者注重环境场变化的研究^[6],特别关注西北太平洋副热带高压演变对台风移动路径的影响^[7]。“芭玛”台风从9月29日生成到10月5日转向前,稳定地向西北方向移动。10月5日后移动路径突然折向东南,“芭玛”台风移动路径的这种变化,与此期间500 hPa等压面上环流场变化有关。

3.1 环流场变化对“芭玛”台风折向前西北向移动路径的影响

在9月29日20时500 hPa等压面上(见图2a), 中高纬度大气环流为两槽一脊型, 西风槽分别位于贝加尔湖和鄂霍次克海附近, 两槽槽底在40°N以北, 高压脊位于大兴安岭一带, 西北太平洋副热带高压呈东西带状,

势力强大, 5920 gpm闭合线的面积大约10纬距 \times 20纬距, 脊线在28°N附近, 西脊点伸展到120°E以西, 5860 gpm线控制我国长江流域及华南地区, 中高纬环流呈纬向分布, 冷空气活动偏北。随着高压脊东移, 副热带高压加强西伸, 10月2日14时500 hPa等压面上, 20°—30°N欧亚区域被副热带高压脊控制。此期间台风“芭玛”在副高南侧偏东引导气流和 β 效应的共同作用下, 以5—20 km/h速度稳定地向西北方向移动。

台风“芭玛”向西北移动的过程中, 位于贝加

尔湖的西部槽缓慢东移并发展加深, 3日14时, 槽线位于120°—130°E之间, 槽底伸展到30°N。副热带高压在西部槽东移南压过程中减弱, 断为两环, 西环位于中南半岛, 东环中心位于西北太平洋中部。西部槽后的高压脊发展加强, 在贝加尔湖以西形成阻塞形势, 北部冷空气在新西伯利亚堆积, 在500 hPa等压面上100°—120°E之间、45°N以北区域形成一横槽, 我国西南地区有一南支槽生成, 并沿西环副高北侧向东快速移动, 和横槽形成阶梯槽形势。此时台风“芭玛”中心位于122.1°E、17.7°N的位置, 与槽底相距10个以上纬距, 距离较远, 西风槽对“芭玛”台风影响较小, 引导“芭玛”台风移动的引导气流变弱, 台风处于弱环境中(见图2b)。

随着西部槽和南支槽继续东移, 3日后, 西环高压单体在南支槽的影响下南压西退, 台风“芭玛”西部的位势高度减小。受0918号台风“茉莉”向西移动过程中对副高挤压, 台风“茉莉”与台风

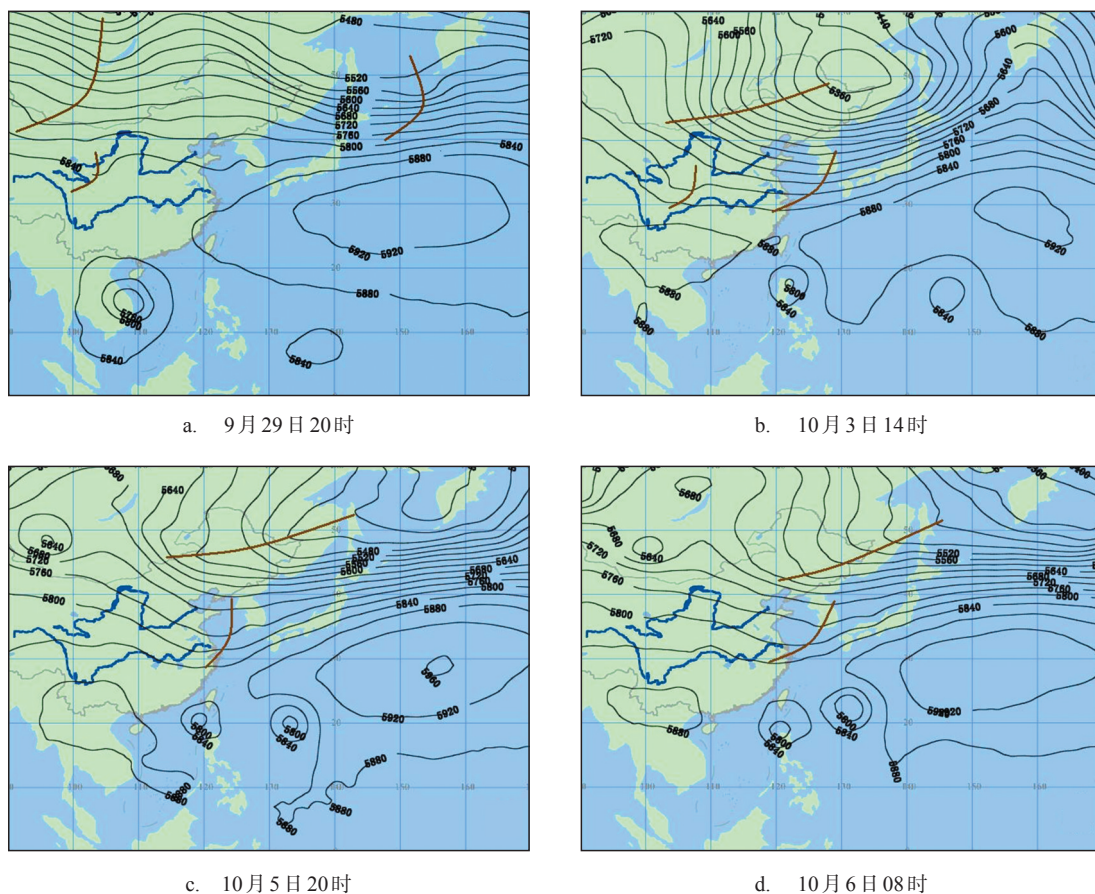


图2 500 hPa等压面环流场

“芭玛”之间的副热带高压西进,台风“芭玛”东侧的位势高度增加。位势高度的这种变化,产生指向“芭玛”西部的位势梯度力,使“芭玛”向西移动^[8]。而“芭玛”东侧位势梯度增大,使引导台风北上的偏南气流增强,有引导“芭玛”北上的趋势。在这几种因子与 β 效应共同作用下,促使“芭玛”向西北方向移动。但由于“茉莉”与“芭玛”之间的副热带高压在西进过程中向“芭玛”南北两侧伸展,在“芭玛”北部受形成一高压区,对台风“芭玛”北上产生抑制作用;而嵌入“芭玛”台风南部的副高则迫使台风向北移动^[9]。台风“芭玛”10月3—5日期间在弱环境场中的西北向移动,是以上几种因子共同作用的结果,由于这几种因子相互牵制,台风移动速度非常缓慢,甚至打转。

由此看见,“芭玛”台风10月3日后在弱环境场中向西北向移动,是 β 效应以及中低纬度天气系统相互作用的结果。中低纬度天气系统通过改变西北太平洋副热带高压强度、位置、形状的变化,使影响“芭玛”台风移动路径的作用因子发生改变。这几种相互影响、相互制约因子使“芭玛”台风10月3日后的移速非常缓慢。这与3日前台风由副高引导向西北向快速移动有本质区别。

3.2 中高纬度环流的调整是“芭玛”台风折向东南向移动的根本原因

陈联寿等^[9]认为,大尺度环流场的调整易造成热带气旋移动路径突变。

台风“芭玛”向西北缓慢移动的过程中,贝加尔湖以西形成的阻塞形势进一步发展。在此期间,随着南支槽的东移,原来位于 120° — 130° E之间的西风槽减弱。当位于巴尔喀什湖附近的低压在4日14时东移到贝加尔湖以西,并向阻塞高压南部切入,阻塞高压被切断,中高纬度环流进行了剧烈的调整,南下的冷空气使南支槽发展加深。在5日20时500 hPa等压面环流场上,南支槽东移到 122° E附近,取代原来西风槽的位置,槽底伸展到 27° N附近。中南半岛的高压单体在南下冷空气的影响下进一步减弱西退,我国长江流域及华南地区逐渐由原来的偏西气流转变为西北气流控制(见图2c)。

台风“芭玛”5日20时位于西风槽的底部,与槽底相距8个纬距左右。随着西风槽继续东移,台风

“芭玛”逐渐位于西风槽后部。西北太平洋的副热带高压单体在西风槽的作用下又一次减弱东退,台风“芭玛”与台风“茉莉”之间的高压也随之减弱,原来使“芭玛”台风西北向移动的位势梯度力和偏南引导气流减弱消失。随着5日20时槽后西北气流侵入,“芭玛”台风北部逐渐由槽后西北气流控制,西北气流5日20时后突然增强。而中南半岛的高压单体在南压的过程中,与“芭玛”台风南部的高压打通,形成西北-东南向的高压带,使其东北侧西北气流增强。“芭玛”台风正是在上述西北引导气流增强的情况下,5日20时后折向东南方向移动。之后,随着西风槽的进一步东移,环流场西北气流逐渐转为偏西气流,但随着“茉莉”台风的北上,其外围西北气流对“芭玛”台风的影响增强,受这几种因素的共同影响,“芭玛”台风继续向东南方向移动(见图2d)。

通过以上分析可以看出,阻塞形势崩溃与“芭玛”台风移动路径的突然转向相对应。中高纬度环流场调整使弱环境场中影响“芭玛”台风西北向移动的作用因子减弱,西北引导气流增强,从而使“芭玛”台风折向东南方向移动。因此,中高纬度环境场调整是“芭玛”台风移动路径突变的根本原因。

4 “茉莉”台风对“芭玛”台风折向东南向前后移动路径的影响

4.1 “茉莉”台风对“芭玛”台风西北向移动的影响

对于双台风的研究,腾原效应的模型概念在分析双台风的相互影响时被广泛应用,但这个模型无法解释双台风之间距离大于临界距离(大约7个纬距)时仍存在相互作用的问题。90年代后期,Carr^[10]提出了双台风之间存在直接、半直接、间接相互作用新模型,指出当两台风之间距离小于7个纬距时,存在显著的互旋,大于15个纬距时,多通过环境场发生间接作用。罗哲贤^[11]对这个模型进行了数值研究,证明了模型合理性。

在“芭玛”台风形成6 h后,0918号台风“茉莉”也在关岛以南洋面生成,并以10—15 km/h的移速沿副高南侧向西北方向移动。“茉莉”台风在10月2日增强为强台风,10月3日移速显著加快,移速达到25—28 km/h,强度继续加强。10月3日中

午,“茉莉”台风和“芭玛”台风之间相距20纬距左右(见图1)。

从两台风的的活动过程看,3日14时前台风“茉莉”与台风“芭玛”中心之间的距离大于20个纬距,它们之间的距离较远,相互作用并不明显。随着台风“茉莉”3日14时后逐渐靠近“芭玛”,两台风中心之间的距离逐渐小于20个纬距,“茉莉”台风对“芭玛”台风移动路径产生一定地牵制作用。从3日

14时500 hPa等压面流场图上分析(见图3a),随着“茉莉”台风向西北向移动,台风“茉莉”与“芭玛”之间的副高在“茉莉”挤压下向“芭玛”靠近,受中南半岛副高单体对台风“芭玛”西进的阻挡,副高向“芭玛”台风南北两侧切入,形成包围“芭玛”态势。如前节分析,副高在环流场上的这种变化,使“芭玛”台风东部位势高度梯度增大,产生使“芭玛”台风向西移动的梯度力,同时“芭玛”台风

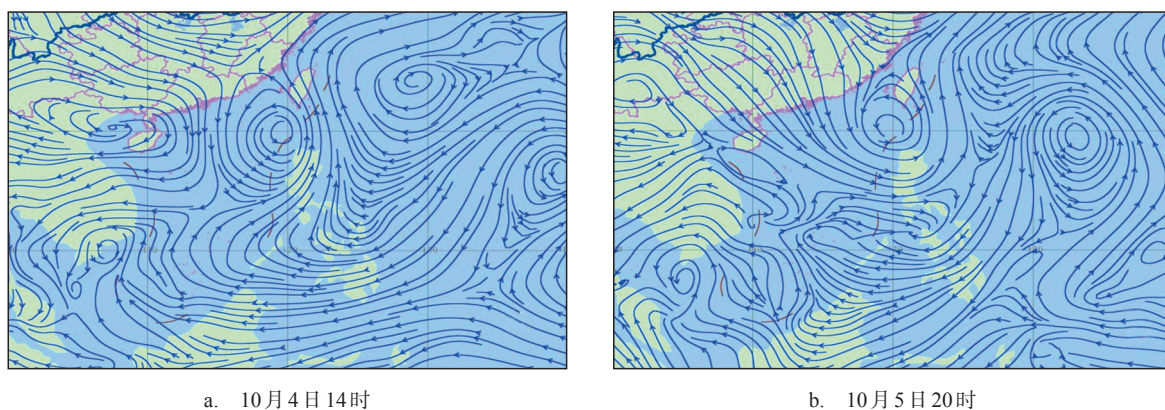


图3 500 hPa等压面时流场

东侧的偏南引导气流增强,台风南侧高压的发展使“芭玛”台风北上,它们的共同作用使“芭玛”向西北方向移动。但由于“芭玛”台风西部中南半岛的副高单体和台风北部的高压区阻挡,抑制了“芭玛”台风西北向移动速度。因此,“芭玛”台风在10月3日14时后正是在这几种因素的共同影响下仍继续向西北方向移动,但移速减小到2 km/h,甚至在原地打转。

由此可见,台风“芭玛”折向东南向移动前的西北向移动路径,与台风“茉莉”对“芭玛”间接作用有关。台风“茉莉”西北向移动引起副热带高压形状、强度、位置变化,使作用于台风“芭玛”的环流场发生改变,从而影响了台风“芭玛”的移动路径。因此,台风“茉莉”对“芭玛”的间接作用,是台风“芭玛”折向前继续向西北移动的主要原因之一。

4.2 台风“茉莉”对台风“芭玛”移动路径折向东南向移动的影响

“茉莉”台风通过环流场对“芭玛”台风的牵制作用是“芭玛”台风10月3日后向西北方向缓慢移动或打转的主要原因之一。事实上,双台风效应

最显著的特点是两台风之间的互旋,这种互旋作用容易引起台风移动路径异常^[10]。

台风“茉莉”中心4日14日位于17.0°N、140.9°E,中心风力达到17级(65 m/s),中心气压为905 hPa,达到超强台风强度。5日20时,台风“茉莉”中心位于20.0°N、133.6°E,以25 km/h的速度向西北偏北方向移动。台风“芭玛”中心5日20时位于20.1°N、119.7°E,中心最大风力仅为11级,两台风之间的距离最近,相距大约11个纬距。从图1可以看出,当台风“茉莉”在5日20日后继续北上进入“芭玛”台风东北象限时(见图3b),也正是两台风中心之间距离最近的时候,台风“芭玛”180°转向,折向东南方向移动,与台风“茉莉”形成显著的逆时针互旋,这是两台风之间的直接相互作用。6日14时之后,随着台风“茉莉”继续北上,台风“茉莉”与“芭玛”之间距离逐渐变远,两者之间直接作用减弱,但“茉莉”西南侧的西北气流进入“芭玛”北部,使“芭玛”东南向移动的西北引导气流增强,引导台风“芭玛”继续向东南向移动,这是“茉莉”对“芭玛”的半直接的作用过程。

由此可见,“茉莉”台风对“芭玛”台风折向东

南向移动路径有显著的影响。台风“茉莉”与“芭玛”之间的互旋是“芭玛”台风折向东南向移动的关键,台风“茉莉”对“芭玛”台风的半直接作用是“芭玛”台风维持东南向移动的主要原因之一。因此,台风“茉莉”对“芭玛”的直接、半直接作用过程,对“芭玛”台风东南向移动路径有显著的影响。

5 UV 风速变化对“芭玛”台风移动路径的指示作用

陈联寿^[5]指出,在弱环境场中,台风的非对称结构是造成台风移动路径异常的重要原因。张胜军等^[12]对Helen台风(9505)移动路径进行诊断分析与数值模拟结果表明:当最大风速区位于台风环流的西南象限,台风表现为显著西行北翘异常路径,当最大风速区位于台风东北象限时,其路径为西北行,没有明显的北翘过程。吴乃庚^[13]等在研究“派比安”台风移动路径时发现,“派比安”台风最大风速区的长轴轴线方向与台风的移动方向一致。为

了探讨“芭玛”台风折向东南向移动的原因,我们对“芭玛”台风500 hPa等压面上经纬向UV最大风速在台风“芭玛”折向东南向移动前后的特点进行分析。

在“芭玛”台风活动过程中,500 hPa等压面上经向风速V和纬向风速U各存在两个最大风速中心,分别位于台风的南北和东西两侧。在5日20时台风折向东南方向移动前,经向南风(+V)最大风速大于北风(-V)最大风速,纬向东风(-U)最大风速大于西风(+U)最大风速,经纬向最大风速在东西、南北方向表现为不对称,表明台风结构在风场上也呈不对称。从5日20时开始,经向北风(-V)最大风速大于经向南风(+V)最大风速,纬向西风(+U)最大风速大于纬向东风(-U)最大风速。显然,经纬向最大风速中心发生了转移,强风区的转移极易导致台风移动路径的突变,结果“芭玛”台风5日20时后移动路径折向东南向移动。

进一步分析发现,台风移动方向与经纬向最

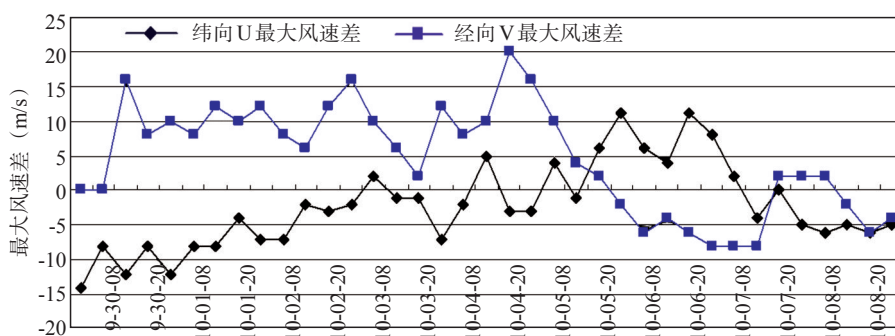


图4 ΔV 、 ΔU 随时间变化($\Delta V = V - (-V)$, $\Delta U = U - (-U)$)

大风速差存在一定对应关系。图4是经纬向最大风速差随时间变化曲线。由图可以看出,“芭玛”台风在5日20时折向东南向移动前,500 hPa等压面上南风(+V)和北风(-V)最大风速差 ΔV 指向北(ΔV 为正值),东风(-U)和西风(+U)的差值 ΔU 指向西(ΔU 为负值), ΔV 、 ΔU 的合成风方向指向西北方向,与这期间台风西北向移动路径相一致。

从5日20时开始, ΔV 、 ΔU 的方向发生了变化,南风(+V)和北风(-V)最大风速差指南(ΔV 为负值),东风(-U)和西风(+U)的差值指向东(ΔU 为正值), ΔV 、 ΔU 的合成风方向指向东南方向,与这期间台风折向东南向移动路径相对应。

通过以上分析看出,经纬向最大风速的转移

导致“芭玛”台风移动路径的突变,经纬向最大风速的差 ΔV 、 ΔU 对台风转向及移动路径具有预示作用,“芭玛”台风未来移动方向与经纬向最大风速差 ΔV 、 ΔU 的合成风方向一致。

6 结论

(1) “芭玛”台风生成后在副热带高压南部偏东气流的引导下稳定地向西北向移动。10月3日后在弱环境场中的西北向移动,是中低纬天气系统相互作用的结果。中低纬度天气系统通过改变西北太平洋副热带高压强度、位置、形状变化,使影响“芭玛”台风移动路径的作用因子改变,是几

种相互影响、相互制约因子共同作用的结果;

(2) 中高纬度环流调整是“芭玛”台风移动路径折向东南的根本原因。“芭玛”台风折向东南方向移动与中高纬度阻塞形势崩溃、环流从经向型向纬向型调整有关;

(3) “茉莉”台风对“芭玛”台风移动路径有直接、半直接和间接的影响。台风“茉莉”通过改变副热带高压形状、强度、位置变化,进而使作用于台风“芭玛”的环流场发生改变,从而影响了台风“芭玛”10月3日后的西北向移动路径。10月5日后台风“茉莉”与“芭玛”之间的逆时针互旋是“芭玛”台风折向东南移动的关键。“茉莉”台风通过外围环流对“芭玛”台风东南向移动仍有一定影响;

(4) “芭玛”台风经纬向最大风速的变化对台风转向有重要的预示作用。经向风最大风速差和纬向风最大风速差的变化不仅对台风的转向有预示作用,而且其合成风方向对台风未来移动方向具有重要的指示意义。

参考文献:

- [1] Greg L.Holland.Tropical cyclone motion:Environmental interaction plus a beta effect[J]. J Atmos Sci,1983,40:328-342.
- [2] 陈联寿,孟智勇.我国热带气旋研究十年进展[J].大气科学,2001,25:420-432.
- [3] 陈联寿.热带气旋运动研究和业务预报的现状和发展[A].台风会议文集(1985)[C].北京:气象出版社,1987:6-30.
- [4] Russell L.Elsberry.Global perspectives of tropical cyclones[M]. Geneva:WTO,1995:114-117.
- [5] 陈联寿,丁一汇.西北太平洋台风概论[M].北京:科学出版社,1979.
- [6] 朱永褪,程戴晖.环境基流变化对热带气旋移动的影响[J].大气科学研究与应用,1994(7):31-36.
- [7] 杨美川,朱永褪.热带气旋穿越副热带高压的数值试验[J].热带气象学报,1998,14(1):85-90.
- [8] 纪文君,郭湘平,刘正奇.台风转向的动力诊断分析[J].海洋预报,2002,19(2):7-14.
- [9] 高珊,何小宁,凌士兵.0407号台风“蒲公英”路径突然北折的原因分析[J].台湾海峡,2005,24(4):448-454.
- [10] Lester E.Carr,Russell L.Elsberry.Objective diagnosis of binary tropical cyclone interactions for the western north Pacific basin. Mon Wea Rev, 1998,126:1734-1749.
- [11] 罗哲贤,马镜贤.副热带高压南侧台风相互作用的数值研究[J].气象学报,2001,59(4):451-457.
- [12] 张胜军,陈联寿,徐祥德.Helen台风(9505)异常路径的诊断分析与数值模拟[J].大气科学,2005,29(6):937-946.
- [13] 吴乃庚,林良勋,李天然,等.环境流场和“派比安”结构变化对其异常北抬路径影响的诊断分析[J].气象,2007,33(11):9-15.

Analysis of typhoon Parma's track southeast turn

WEI Xin, WANG Li-qun, LI Hai-ning

(China Satellite Maritime Tracking and Controlling Department, Jiangyin 214431 China)

Abstract: Based on the analysis data of $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ Global Data Assimilation System (GDAS) from NCEP, No. 0917 typhoon Parma's path turning southeast are analyzed. The results show that the turning of Parma's path is mainly caused by the adjustment of Mid-latitude circulation. No. 0918 typhoon Jasmine indirectly influences Parma's path through changing the strength and shape of peripheral environmental field. The counter-clockwise rotation between the two typhoons and the direct influence of Parma's peripheral powerful circulation are key factors for Parma's track southeast turning. The analysis of Parma's UV maximum wind speed change in warp and weft direction shows that the transference of its center and the variation of its maximum wind speed difference respectively have important influence and indicating function, and its synthetic wind direction has a certain relationship with the typhoon's future motion way.

Key words: typhoon; abnormal path; circulation adjustment; double typhoon effect; UV maximum wind speed difference