

郑丽娜, 夏金鼎, 王俊喜. 2018 年 8 月两次登陆北上台风移向的先兆信号分析[J]. 灾害学, 2019, 34(4): 131-136. [ZHENG Lina, XIA Jinding, Wang Junxi. Analysis of previous signals of two land-falling typhoons during those movement northward in August 2018[J]. Journal of Catastrophology, 2019, 34(4): 131-136. doi: 10.3969/j.issn.1000-811X.2019.04.022.]

2018 年 8 月两次登陆北上*台风移向的先兆信号分析

郑丽娜, 夏金鼎, 王俊喜

(山东省东营市气象局, 山东 东营 257091)

摘 要: 在分析台风“摩羯”(201814)和“温比亚”(201818)登陆北上异常路径的基础上,从近地面层气象要素场与台风位置动态配置入手,探寻了台风登陆后移向的近地面先兆信号,以此可修正数值模式的预报结果。主要结论如下:登陆后的台风尽管路径多变,但是近地面层气象要素还是会提供一些移向征兆。比如,地面3 h 变压低值中心和地面露点高值中心,1 000 hPa 高频流涡旋、渐近线或汇合点将是台风未来移动的方向;台风还有沿着流线密集带向其倒槽顶端移动的趋势。登陆后的台风没有趋暖性,而是沿地面温度低值区移动。由于地面要素受下垫面影响较为严重,所以在实际业务应用中应以地面3 h 变压、地面露点与高频流场为主,地面温度和地面流场为辅。

关键词: 台风; 登陆北上; 地面要素; 异常路径; 先兆信号

中图分类号: X43; X915.5; P458 文献标志码: A 文章编号: 1000-811X(2019)04-0131-06

doi: 10.3969/j.issn.1000-811X.2019.04.022

2018 年 8 月编号的 1814 号台风“摩羯”与 1818 号台风“温比亚”在西北太平洋生成之后,先后登陆北上,给所经之地江苏、安徽、河南与山东等省造成了严重的影响。仅以台风“摩羯”给山东造成的损失为例,受其影响,山东约有 35 个县(市、区)出现了灾情,直接经济损失约 14.2 亿元,其中潍坊市受灾最重,直接经济损失约有 9.3 亿元,受灾人口达 19.592 万人,农作物受灾面积 13 487 hm^2 。面对如此巨大的灾害,社会各界迫切需要气象部门能提前做出准确预报,最大限度地减少台风带来的灾害。

台风是一种破坏性极强的猛烈风暴,它带来的灾害多是因发生在其移动路径上的大风与暴雨,所以准确预报台风路径是减轻台风带来灾害的关键之一,然而台风的异常路径往往增加了路径预报的难度^[1-3]。比如 1995 年 5 号台风(Helen)在西移的过程中突然北翘^[4];2004 年 17 号台风“艾利”在西移登陆后转向西南方向,同年的 21 号台风“米雷”则是西移的过程中转向东北方向^[5];还有 2010 年的台风“鲶鱼”在南海由向西北移动突然转为向东北移动^[6]等等,所有这些突然转向的台风均给气象预报人员造成了困扰,增大了预报员在台风路径方面预报的偏差。为了提高台风路径预报的精度,气象科研人员做了大量的工作^[7-10]。有些研究^[11-13]从大气环流的大尺度背景入手,分析了高空冷涡、副热带高压,阻塞形势等对台风路径的影响;有些研究^[14-15]则从台风的内部结构入手,分析了台风本身的非对称结构造成台风西

行过程中突然北翘的原因; 还有的研究^[16-17]直接从改进数值模式入手, 通过分析台风实例及数值模拟得到一些有用的信息, 改进数值模式, 以达到提高台风路径预报准确性的目的。近几年来, 有研究表明, 台风路径突变与季风环流中的低频分量(10 d 以上季节内振荡)有密切关系^[18-20]。KO 等^[21]指出, 6 ~ 25 d 的波动在处于大气季节内振荡的西风位相时, 台风会向西北方向移动。LUO 等^[22]指出, 由于台风自身罗斯贝波能量频散作用, 会导致台风路径向北偏折。WU 等^[23]对在东海突然北折的 4 个台风进行了研究, 发现台风路径的突变总是伴随着准两周的低频季风涡旋。以上的这些研究, 为我们了解台风路径突变的原因及机理提供了些许线索。

尽管我们对台风路径做了大量的研究，也取得了许多成果，但是对突然转向的台风仍然有许多未解之谜。近些年，雷达和卫星等新型资料在业务中的应用，加深了人们对于台风结构与形成机理的理解，但是在台风路径方面能提供的外推时长仍然有限，比如2018年的台风“摩羯”，其路径的诡异十分令人费解，大多数的数值模式在其突然转向时预测失误，造成了较大的预报偏差，而紧随其后的台风“温比亚”再次沿前者路径移动时，人们禁不住对数值模式的预报结论产生了怀疑，这给气象预报与气象服务带来了不利影响。此时，雷达和卫星资料起到了监视台风动向的作用，但对于未来几小时的台风移向没有明确的指

第一作者简介: 郑丽娜(1971-), 女, 山东德州人, 正研级高级工程师, 主要从事天气与气候研究, E-mail: dongyingzln@163.com

示意义。在日常的预报业务中,预报人员迫切需要那种简单易行的方法来修正数值模式预报的结论,因此本文以2018年台风“摩羯”与“温比亚”异常移动路径为契机,探讨在实际业务当班时,应该从哪些方面入手判定登陆台风未来3~6 h的移动方向,总结出台风在近地面层移动转向的一些前兆信号,作为订正数值模式预报结论的一种主观手段。

1 资料与方法

1.1 资料

所用资料:①2018年8月9日20时~21日20时地面加密观测资料,间隔3 h,要素有地面2 m温度、地面露点、地面流场、地面全风速、地面3 h变压等。②2018年7~8月的ECMWF细网格1 000 hPa的流场再分析资料,2次/1 d,分别为08时与20时,格距 $0.25^\circ \times 0.25^\circ$ 。

1.2 方法

文中对2018年7~8月62 d 1 000 hPa全风速再分析资料进行Butterworth带通滤波器进行滤波。该方法在大气科学领域得到比较广泛地应用。

通常时间滤波器的输入和输出信号关系为:

$$y_b(t) = a[x(t) - x(t-2)] - b_1y(t-1) - b_2y(t-2), t=1, 2, \dots, N. (N \text{ 为序列长度}). \quad (1)$$

响应函数为:

$$R_B(f) = \left| \frac{a(1-Z^2)}{1+b_1Z+b_2Z^2} \right|. \quad (2)$$

式中: $Z = e^{-2\pi i f \Delta T}$; f 是频率。

$$a = \frac{2q}{4+2q+p}; \quad (3)$$

$$b_1 = \frac{2(p-4)}{4+2q+p}; \quad (4)$$

$$b_2 = \frac{4-2q+p}{4+2q+p}; \quad (5)$$

$$q = 2 \left| \frac{\sin 2\pi f_1 \Delta T}{1 + \cos 2\pi f_1 \Delta T} - \frac{\sin 2\pi f_2 \Delta T}{1 + \cos 2\pi f_2 \Delta T} \right|; \quad (6)$$

$$p = \frac{4\sin 2\pi f_1 \Delta T \sin 2\pi f_2 \Delta T}{(1 + \cos 2\pi f_1 \Delta T)(1 + \cos 2\pi f_2 \Delta T)}. \quad (7)$$

文中 ΔT 取为1 d,滤出1~10 d的高频环流,低频信号是全风速与高频环流的差。

2 台风移动路径概况

1814号台风“摩羯”于8月8日在西北太平洋生成之后,向西北方向移动,于12日夜自浙江台州附近沿岸登陆。登陆后,台风一直向西北方向移动,14日08时到达山东省菏泽地区的东明县附近,减弱为热带低压,然后转向为西北偏北方向,14日20时,进入德州地区的乐陵县,其移动路径又调整为向东北方向移动,15日08时进入渤海,15日11时至14时热带低压移动缓慢,源地打转后突然掉转方向向南偏折,经莱州湾重新进入山东境内,15日20时之后逐渐减弱消失。在台风“摩羯”消失之后,1818号台风“温比亚”又在西北太平洋地区生成,其生成位置较台风“摩羯”偏北,移动路径自生成之日起一直向西北偏西方向移动,

8月17日凌晨在上海浦东新区南部沿岸登陆,登陆后移动路径没有改变,19日05时到达河南省驻马店附近,移动方向调整为东北偏北方向,沿着台风“摩羯”的路径进入山东,然后穿过山东进入渤海。进入渤海后,“温比亚”并没有像“摩羯”那样重新折回山东,而是沿着东北路径移向朝鲜半岛。具体台风的移动路径见图1。



图1 1814号台风“摩羯”与1818号台风“温比亚”移动路径示意图

3 台风“摩羯”移向的近地面要素先兆信号

3.1 地面3 h变压

《天气学原理与方法》中关于低压系统移动的规则是:正圆形的低压沿变压梯度方向移动^[24]。台风是一个深厚的低值系统,登陆后的台风是否也有向变压梯度移动的趋势呢?因此,我们给出台风“摩羯”移动过程中地面3 h变压的分布情况(图2)。由图2可以看到,12日20时,台风“摩羯”位于 122.0°E , 27.7°N ,即将登陆,在其移动方向的西北侧,有向西北方向延伸的变压低值带,从台风移动的路径来看(图1),台风是沿低值带移动的;13日20时,“摩羯”位于 116.8°E , 32.8°N ,变压低值中心出现在台风中心的西北侧,台风的移动方向没有改变,仍然向西北方向移;14日08时台风到达山东省菏泽地区的南部,3 h变压低值中心出现在台风的东北偏北方向,这是台风即将转向的先兆信号,而此时大多数数值模式仍然预报台风继续西移;15日08时台风沿着东北偏北方向快速进入渤海,尽管渤海上没有数据,但仍然可以看出此时低值变压区范围很广,低值中心出现在山东南部,台风在渤海经过短暂徘徊之后,选择了折向西南方向;15日20时,台风在持续南移过程中减弱消失。通过以上分析可以得出如下结论:台风是沿着地面3 h变压低值带并趋向于变压低值中心移动的。在实际预报业务中,可以将其作为台风路径预报的一个先兆信号,来修正数值模式预报的结论。

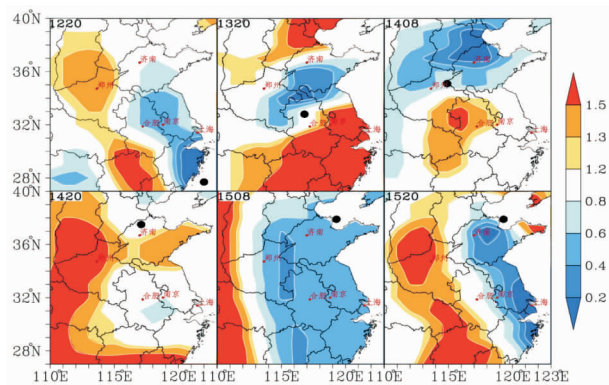


图2 2018年8月12日20时-15日20时台风“摩羯”的位置及地面3 h 变压的分布(单位: hPa)
注: 图中黑点表示台风的位置

3.2 地面2 m 温度

许多文献研究表明, 台风在海洋上的移向具有趋暖性^[25-26]。那么登陆之后的台风, 是否也具有趋暖性呢?

台风“摩羯”登陆后向西北方向移动, 结合其同期的地面温度场来看(图3), 台风更像是沿着相对低温区移动的。例如12日20时, 13日20时, 14日20时与15日20时, 其位置前方的低温区是台风未来移动的方向。当然, 我们也应注意到, 13日20时, 台风前方有两片低温中心, 一片在鲁西南地区, 一片在日照附近, 至于为何台风选择了向前者移动, 这可能与其它系统对台风的作用有关。14日08时, 台风的东北方向有片相对低温区, 其西侧在山西与河南交界处也有一大片低温区, 台风选择了向东北方向转向; 与此类似, 15日08时, 台风的东北方向是大片气温低值区, 而鲁南出现了更低的低温区, 台风选择了向南偏折。为什么台风会选择这种路径, 这需要进一步研究。通过对这个个例的分析, 说明登陆后的台风“摩羯”有向着地面温度低值区移动的趋势, 但由于还有些机制不清楚, 所以在用地面温度判定台风移动路径时, 可将其作为一个辅助手段。

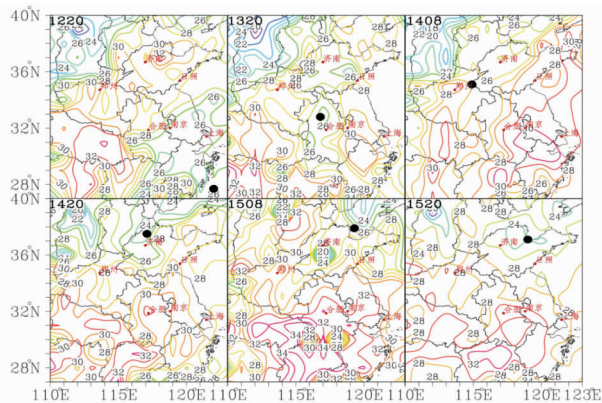


图3 2018年8月12日20时-15日20时台风“摩羯”的位置及地面2 m 温度的分布(单位: °C)
注: 图中黑点表示台风的位置

3.3 地面露点

露点温度是指水汽含量和气压都不改变条件下, 水汽冷却达到饱和时的温度。其本质上是温度值, 其与温度的差值可以表示空气中水汽

距离饱和的程度。在地面图上, 露点值可以直接读取, 所以我们分析一下这个气象要素对台风移向的指示作用。

从图4中可以看到, 台风是向着略高于其周围环境的露点温度方向移动的。12日20时与13日20时, 台风均是沿着26°C露点温度线或略偏高的方向移动; 14日08时, 台风的西侧是一大片露点低值区, 台风没有选择西移, 而是转向北侧露点温度偏高的地区; 14日20时也是这样, 渤海的露点温度略高于台风周围的, 所以台风沿东北方向移入渤海; 15日08时, 与台风最近的露点高值区在其南侧, 所以它选择向南偏折, 直至15日20时, 台风减弱消失。可见, 台风向高于其环境的露点值区移动。在温度基本不变的条件下, 高露点表征着高湿的环境, 即台风具有趋湿性, 这可作为预报台风未来移向的另一个先兆信号。

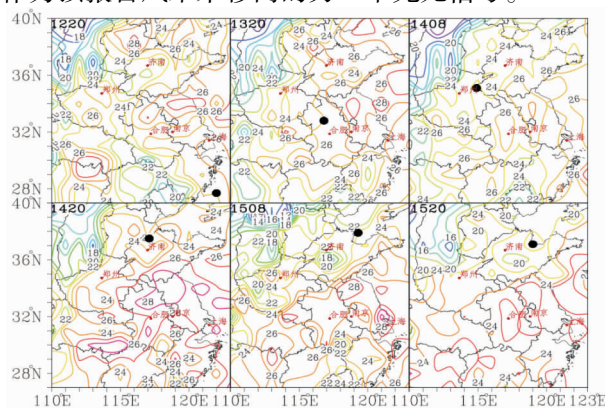


图4 2018年8月12日20时-15日20时台风“摩羯”的位置及地面露点分布(单位: °C)
注: 图中黑点表示台风的位置

3.4 地面流场

登陆之后的台风基本不能维持正圆形, 从地面流场上可看到其向前伸展的倒槽(图5)。“摩羯”在登陆之后, 向着倒槽顶端且偏于流线密集区方向移动。13日20时, 14日08时, 14日20时均是沿着这个方向移动。15日08时, 减弱的热带低压尽管其范围较前期明显缩小, 但仍然可以辨别出其地面流场中低压的长轴, 低压倾向于沿长轴方向移动。当然, 我们也应注意到, 地面流场受下垫面影响较为严重, 所以这个要素对台风移向的指示作用仅作为参考。

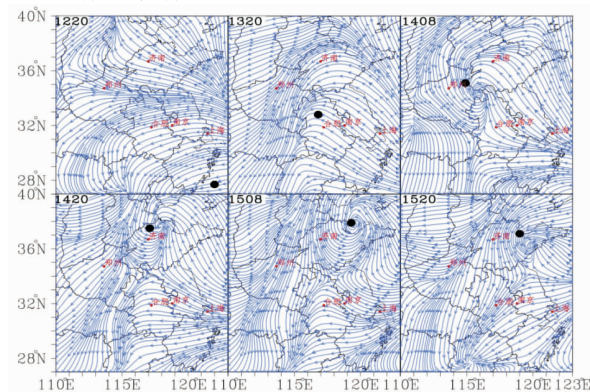


图5 2018年8月12日20时-15日20时台风“摩羯”的位置及地面流场分布
注: 图中黑点表示台风的位置

3.5 高频流场

地面流场受下垫面影响较为严重,因此本文选择 1 000 hPa 全风速场做滤波处理。考虑到台风的生命史一般不超过 10 d,所以选择 10 d 以下的风场为高频风场。从图 6 中可以看出,12 日 20 时,台风随着高频流线密集带移入内陆;13 日 20 时,自鲁西南到豫东出现了一条南北向的高频流渐近线,台风选择向渐近线靠近,继续向西北方向移动;14 日 08 时,台风西侧的高频流场相较其东侧略显稀疏,而菏泽北部又出现高频气流汇合点,因此台风选择不再西行,而是转向东北方向进入山东;14 日 20 时,台风的东北侧高频流密集,此处也是台风倒槽伸展的方向,所以台风向东北方向移动进入渤海;15 日 08 时,台风北部的高频流线稀疏,而南侧,在鲁南地区出现高频涡旋,台风在经过短暂徘徊后选择向南偏折;15 日 20 时,台风继续沿着高频流向南移动中减弱消失。由此可见,台风倾向于沿着高频流,向着高频涡旋或高频流汇合处移动的趋势。高频流场对台风的移向具有很好地指示作用,可作为台风移向的一个先兆信号。

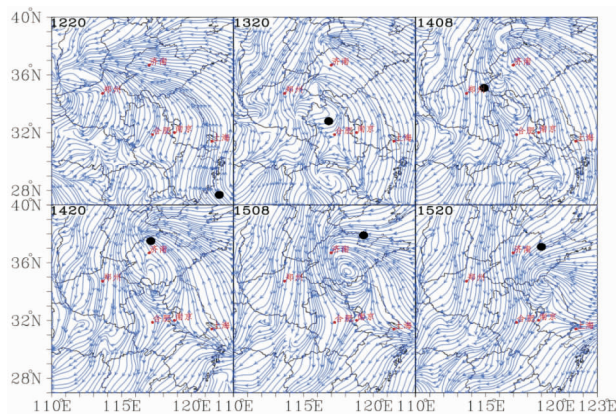


图6 2018年8月12日20时-15日20时台风“摩羯”的位置及1 000 hPa 高频流场分布
注:图中黑点表示台风的位置

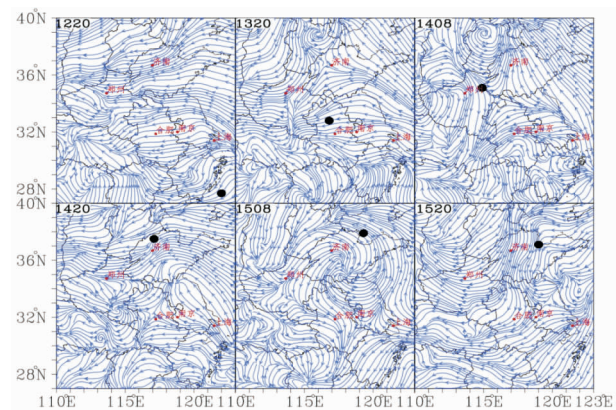


图7 2018年8月12日20时-15日20时台风“摩羯”的位置及1 000 hPa 低频流场分布
注:图中黑点表示台风的位置

3.6 低频流场

图7给出了台风“摩羯”移动过程中1 000 hPa的低频流场。从图7中可以看出,低频流场对于台风的移向没有明显的指示作用,如12日20时、13

日20时、14日20时与15日20时。在台风转向时刻14日08时,台风处于一个低频流辐散场,其西北侧,在河北西北部出现了一个低频涡旋,台风并未向西北移动。再比如15日08时,台风北侧的低频流较南侧密集,低频流并未指示出台风即将向南偏折,可见低频流场对于台风未来的移向没有明确的指示作用。

4 台风“温比亚”移向的近地面要素先兆信号

4.1 地面要素的先兆信号

台风“温比亚”在西北太平洋生成之后,向西北偏西方向移动。从地面要素方面可以预测其未来的移向。图8给出了地面3 h变压的分布。16日20时,“温比亚”位于123.0°E, 30.4°N,在引导气流的作用下即将在上海浦东新区登陆。登陆之后,一直向西北偏西方向移动,18日20时到达河南省正阳县北部,此时3 h变压低值中心位于其西北偏北的方向,预示着台风将不再继续西移,而是要转向北折。20日08时,“温比亚”进入渤海,地面3 h变压低值中心出现在渤海海峡,台风向着低值中心方向移动,取东北路径移出山东,而不是像“摩羯”那样向南偏折。

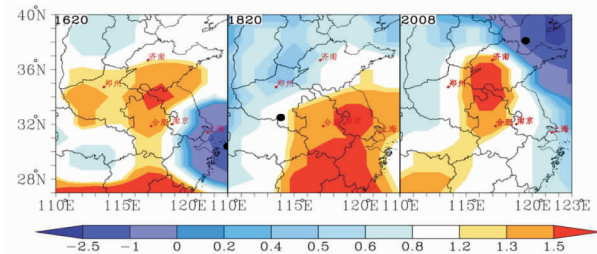


图8 2018年8月16日20时-20日08时台风“温比亚”的位置及地面3 h变压的分布(单位:hPa)
注:图中黑点表示台风的位置

图9给出了台风“温比亚”登陆期间2m地面温度场的分布。由图9中可以看到,16日20时,“温比亚”即将登陆时是沿着相对温度低值带26℃线西移的;18日20时,温度的低值区出现在台风的西北方向,于是台风移向的偏西分量减少,偏北分量增加;20日08时,温度的低值区出现在台风的东北方向,所以台风选择向东北方向移动,移出渤海。

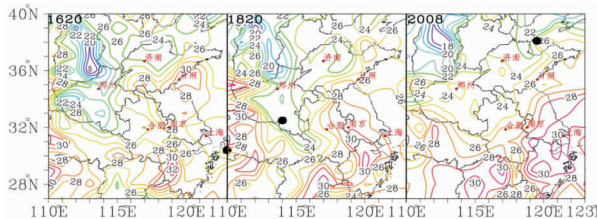


图9 2018年8月16日20时-20日08时台风“温比亚”的位置及地面2m温度(单位:℃)
注:图中黑点表示台风的位置

图10给出了台风“温比亚”登陆期间地面露点场的分布。由图10可以看到,像台风“摩羯”一样,“温比亚”有向着地面露点高值区移动的趋势。

16 日 20 时, 台风向着前方露点为 26°C 的中心移动; 18 日 20 时, 露点的高值区出现在台风北侧, 预示着台风即将北折; 20 日 08 时, 进入渤海的台风在其东北方向出现了地面露点的一个脊区, 于是台风向着东北方向移动。

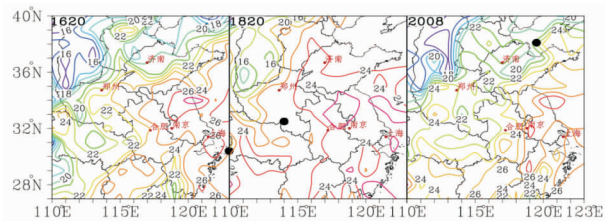


图 10 2018 年 8 月 16 日 20 时 - 20 日 08 时台风“温比亚”的位置及地面露点(单位: $^{\circ}\text{C}$)
注: 图中黑点表示台风的位置

图 11 给出了台风“温比亚”登陆期间地面流场的分布。由图 11 中可以看到, 台风“温比亚”有向着倒槽顶端偏向流线密集带方向移动的趋势。16 日 20 时与 18 日 20 时均可证明这一点。20 日 08 时, 由于所取图的空间有限, 不能看出其倒槽的完整分布情况。

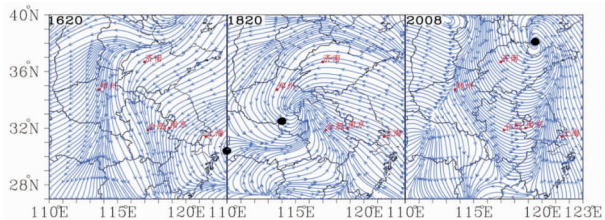


图 11 2018 年 8 月 16 日 20 时 - 20 日 08 时台风“温比亚”的位置及地面流场
注: 图中黑点表示台风的位置

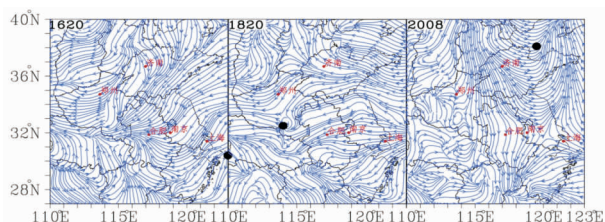


图 12 2018 年 8 月 16 日 20 时 - 20 日 08 时台风“温比亚”的位置及 1 000 hPa 高频流场
注: 图中黑点表示台风的位置

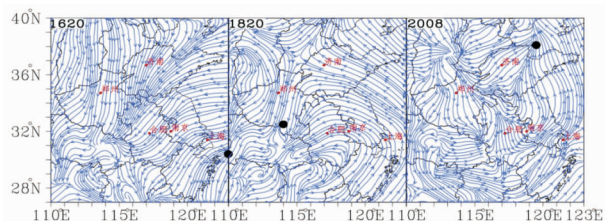


图 13 2018 年 8 月 16 日 20 时 - 20 日 08 时台风“温比亚”的位置及 1 000 hPa 低频流场
注: 图中黑点表示台风的位置

4.2 1 000 hPa 流场的先兆信号

图 12 给出了台风“温比亚”在登陆期间 1 000 hPa 的高频流场分布。由图 12 中可以看到, 16 日 20 时台风即将在引导气流的作用下, 从上海浦东

新区附近登陆, 在其登陆位置的西侧出现了高频流的汇合区, 预示着台风西移; 18 日 20 时, 台风位于高频流中一个小的汇合中心, 其北侧略偏东的位置有一支南北向的高频流带, 台风选择了向北偏折; 20 日 08 时, 台风进入渤海, 在其东北方向出现了一条高频流渐近线, 而其南侧是辐散场, 于是台风向东北方向移动, 而不会像“摩羯”那样再次折回山东。图 13 给出了台风“温比亚”在登陆期间 1 000 hPa 的低频流场分布。由图 13 中可以看到, 在台风登陆期间, 低频场对于台风的移向没有任何先兆信号。这一点同台风“摩羯”的类似。

5 小结和讨论

5.1 小结

本文以 2018 年 14 号台风“摩羯”与 18 号台风“温比亚”的移动路径为切入点, 从近地面层气象要素入手, 分析了登陆后台风移向的先兆信号。得出了以下结论:

(1) 台风“摩羯”的路径诡谲, 其登陆后有三次转向, 分别发生在 14 日 08 时, 14 日 20 时与 15 日 08 时, 形成了先由西北方向折为偏北方向, 后折向东北方向, 最后折向偏南方向的异常路径。台风“温比亚”移动过程中出现了两次转向, 分别发生在 18 日 20 时与 20 日 08 时, 其移动路线是先向偏西方向移动, 然后转为东北偏北方向, 最后转向东北方向。

(2) 地面 3 h 变压、地面露点及 1 000 hPa 高频流对台风的移向有很好的指示作用。即台风有向着 3 h 变压的低值中心, 地面露点的高值区及高频涡旋、高频流渐近线或高频流汇合点移动的趋势。这些要素场的变化可作为台风移动的先兆信号。

(3) 台风一般沿着 2 m 地面温度低值带移动, 或沿地面流场密集带向着倒槽顶端移动。由于地面温度与地面流场受下垫面影响较为严重, 在使用的时候应关注地形的变化。

(4) 低频流场对于这两次台风的移向未给出明确的先兆信号。

5.2 讨论

通过以上分析, 我们知道近地面层气象要素在登陆台风的移向方面有先兆信号。台风有向着高露点与低温度的区域移动的趋势, 这两个要素的差反映了环境场的水汽状况。对于同一个台风而言, 无论是露点升高, 还是温度降低, 本质上均是反映了周围环境水汽的饱和程度, 即台风的趋湿性。为什么台风有趋湿性呢? 当台风移向的前方出现两片低温区时, 为什么台风向其中一片低温区移动, 而不向另一片区域移动呢? 对于这些问题目前还没有答案, 在以后关于台风的研究中将做深入的分析。同时需要指出, 本文的结论基于 2018 年 8 月的 2 次登陆台风的分析, 对于是否所有的登陆台风均遵循这些移向的先兆信号需进行大量个例的分析和验证。

参考文献:

- [1] CHAN J C L, Williams R T. Analytical and numerical studies of the beta - effect in tropical cyclone motion. Part I. Zero mean flow [J]. J Atmos Sci, 1987, 44(9): 1257 - 1264.
- [2] 许映龙, 张玲, 高拴柱. 我国台风预报业务的现状及思考 [J]. 气象, 2010, 36(7): 43 - 49.
- [3] 倪钟萍, 吴立广, 张玲. 2005 - 2010 年台风突变路径的预报与误差及其环流背景 [J]. 2013, 39(6): 719 - 727.
- [4] 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.
- [5] 段晶晶, 吴立广, 倪钟萍. 2004 年台风“艾利”与“米雷”路径异常变化分析 [J]. 气象学报, 2014, 72(1): 1 - 11.
- [6] 许映龙. 超强台风鲶鱼路径北翘预报分析 [J]. 气象, 2011, 37(7): 821 - 826.
- [7] 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(3): 420 - 431.
- [8] 张娇艳, 吴立广, 张强. 全球变暖背景下我国热带气旋灾害趋势分析 [J]. 热带气旋学报, 2011, 27(4): 442 - 454.
- [9] Carr L E III, Elsberry R L. Monsoonal interactions leading to sudden tropical cyclone track changes [J]. Mon Wea Rev, 1995, 123(2): 265 - 29.
- [10] Pielke R A Jr, Landsea C W. Normalized hurricane damages in the United States: 1925 - 95 [J]. Wea Forecasting, 1998, 13(3): 621 - 631.
- [11] 王志烈, 费亮. 台风预报手册 [M]. 北京: 气象出版社, 1987: 366.
- [12] 赖碧波, 亢迪, 陈联寿, 等. 台风与冷涡 bogus 方案及其相互作用的数值试验 [M]//台风科学、业务试验和天气动力学理论的研究(第二分册). 北京: 气象出版社, 1996: 153 - 164.
- [13] 杨美川, 朱永提. 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.
- [14] 徐晶, 陈联寿, 徐祥德. 青藏高原高空流型对西太平洋台风路径影响的诊断研究 [J]. 应用气象学报, 1999, 10(4): 410 - 420.
- [15] 陈联寿, 徐祥德, 罗哲贤, 等. 热带气旋动力学引论 [M]. 北京: 气象出版社, 2002: 78 - 81.
- [16] 苏源, 吴立广. 多时间尺度环流对热带气旋海棠(0505)路径的影响 [J]. 气象科学, 2011, 31(3): 237 - 246.
- [17] LUO Z X, Davidson N E, PING F, et al. Multiple-scale interactions affecting tropical cyclone track changes [J]. Advances in Mechanical Engineering, 2011, Article ID 782590. doi: 10. 1155/2011/782590.
- [18] LIANG J, WU L G, GE X G, et al. Monsoonal influence on Typhoon Morakot (2009). Part II: Numerical study [J]. J Atmos Sci, 2011, 68(10): 2222 - 2235.
- [19] LIANG J, WU L, ZONG H. Idealized numerical simulations of tropical cyclone formation associated with monsoon gyres [J]. Adv Atmos Sci, 2014, 31(2): 305 - 315.
- [20] 张韧, 董兆俊, 洪梅. 影响副高活动的热力强迫作用 - 动力学解析模型 [J]. 气象科技, 2010, 30(5): 646 - 649.
- [21] Ko K C, Hsu H H. ISO modulation on the submonthly wave pattern and recurving tropical cyclones in the tropical western North Pacific [J]. J Climate, 2009, 22(3): 582 - 599.
- [22] LUO Z X. Effect of energy dispersion on the structure and motion of tropical cyclone [J]. Acta Meteor Sinica, 1994, 8(1): 51 - 59.
- [23] WU L G, ZONG H J, LIANG J. Observational analysis of sudden tropical cyclone track changes in the vicinity of the East China Sea [J]. J Atmos Sci, 2011, 68(12): 3012 - 3031.
- [24] 林锦瑞, 寿绍文, 唐东昇, 等. 天气学原理与方法 [M]. 北京: 气象出版社, 2007: 204 - 214.
- [25] 张行才, 王建新. 环境温度场的异常变化与台风的趋暖运动 [J]. 海洋预报, 2007, 24(4): 13 - 19.
- [26] 陈联寿, 罗哲贤. 影响热带气旋结构和运动的两类因子的数值研究 [J]. 气象学报, 1996, 54(4): 409 - 416.

Analysis of the Precursor Signals of Typhoon Moving North on Two Landings in August 2018

ZHENG Lina, XIA Jinding and WANG Junxi
(Dongying Meteorological Bureau, Dongying 257091, China)

Abstract: Based on the analysis of the northward anomalous landing paths of typhoons Capricorn (201814) and Winbia (201818), the near-surface precursor signals of typhoons after landing are explored from the dynamic configuration of near-surface meteorological elements field and typhoon location, so that the prediction results of the numerical model can be corrected. The main conclusions are as follows: despite the changeable track of the landing typhoon, the meteorological elements in the near surface layer will still provide some moving signs. For example, the 3-hour low-pressure center and the high-value center of the surface dew point, the 1 000 hPa high-frequency current vortex, asymptote or convergence point will be the direction of typhoon movement in the future; typhoon also has the trend of moving along the streamline dense belt to the top of its inverted trough. After landing, the typhoon has no warming tendency, but moves along the low value area of ground temperature. Because the ground elements are seriously affected by the underlying surface, the ground 3-hour pressure variation, ground dew point and high frequency flow field should be the main factors in practical application, and the ground temperature and ground flow field should be supplemented.

Key words: typhoon; landing and moving northward; surface elements; abnormal path; previous signal