

曹晓岗,王慧,漆梁波. 台风珍珠和鲇鱼北折路径对比分析[J]. 气象,2012,38(7):841-847.

台风珍珠和鲇鱼北折路径对比分析^{*}

曹晓岗 王 慧 漆梁波

上海中心气象台,上海 200030

提 要:“珍珠”(0601,Chanchu)和“鲇鱼”(1013,Megi)都是发生北折路径的台风,通过分析发现导致台风珍珠和鲇鱼路径北折的天气形势变化有一些相同点:都发生在环境场的调整中,有西风槽影响华南的副热带高压,使之减弱东退、台风移速减慢,然后副热带高压加强并从台风南部向西南伸展、与赤道高压打通,其西侧的偏南气流与越赤道气流会合引导台风向北移动;同时有弱冷空气南侵。上述环境场的突然变化导致引导气流方向发生突然变化,是这两个台风西行北折的重要原因。引导气流分析还发现,秋台风鲇鱼最佳引导气流所在高度低于初夏台风珍珠。另外,不同的路径预报方法、不同的模式和超级集合预报提供了各种台风路径预报信息,在应用这些信息时要密切结合实况天气形势的变化,进行路径预报订正。

关键词: 台风, 北折路径, 副热带高压, 引导气流

A Comparative Analysis on Sharp Recurving Tracks of Typhoons Chanchu and Megi

CAO Xiaogang WANG Hui QI Liangbo

Shanghai Meteorological Centre, Shanghai 200030

Abstract: Typhoons Chanchu (0601) and Megi (1013) make similar abrupt northward recurving movements after they enter the South China Sea from the Philippine Sea. This analysis is performed to probe the main environmental factors responsible for TCs suddenly turning. The results show that both typhoons experience similar environmental adjustment periods, which can explain TCs movement; In the first stage, a westerly trough moves eastward, forcing the subtropical high to weaken and recede from South China, making the TC moving slow down. In the second stage, the subtropical high reinforces and extends southwestward, passing by the south area to TC; when it is connected with the equatorial high, the cross-equatorial flow joins the southerly wind west of the subtropical high, leading TC to move northward. Meanwhile, at higher latitudes, rather weak cold air flow intrudes southward. The further calculation confirms that steering flows change abruptly with the environmental situation, from easterly to southerly, which is principal for both Chanchu and Megi making northward turns. For autumn typhoon, Megi, the best steering flow is at lower levels than that of early summer typhoon Chanchu. In operational practice, there are many kinds of forecast information provided by different methods, models and super ensemble models, the real-time modifications are necessary in accordance with environmental circulation changes.

Key words: typhoon, abrupt northward recurving, subtropical high, steering flow

* 公益性行业(气象)科研专项(GYHY201006008)和 WMO 登陆台风预报示范项目共同资助
2011 年 8 月 9 日收稿; 2012 年 5 月 8 日收修定稿
第一作者:曹晓岗,主要从事暴雨和热带气旋预报技术研究. Email:caoxgcn@yahoo.com.cn

引言

0601“珍珠”和1013“鲇鱼”都是发生路径北折的台风,一个发生在初夏,一个发生在秋季,虽然季节不同,但这种北折路径使得台风在广东东部和福建南部登陆,对华东中南部都造成很强的风雨影响。预报难点之一是台风进入南海后是否发生北折,及什么时间发生北折。对于南海台风北折路径,陈联寿等^[1]认为有以下几种情况:(1)太平洋副热带高压南部的偏东信风与西南季风在南海中交绥,建立一支南北走向的季风汇合线,台风进入季风汇合线,移向急变,路径北折;(2)东风波的重位;(3)印缅槽东移;(4)华南(或南海北部)高压的减弱,台风内力作用;(5)赤道高压加强和副热带高压南落。有时是几种形势交叉出现。罗哲贤^[2]认为热带气旋的运动与两个方面的因素有关。第一,大尺度环境场的引导气流。第二,非环境场的作用,如非对称结构、台风与中尺度系统的作用以及双台风作用等。基于上述认识,对“珍珠”和“鲇鱼”台风北折路径可从这些方面进行分析。

对于台风0601珍珠和1013鲇鱼,特别是对前者目前已经有较多的分析^[3-10]。若将这两个台风进行对比分析,发现引起路径突变的异同点将有助于提高对类似台风路径的认识。为此,对台风0601珍珠和1013鲇鱼发生北折路径的环流调整和突变,天气系统与台风的相互作用,引导气流等进行了对比分析,同时对数值模式台风路径预报进行了检验,得到了一些有意义的结果。

1 台风珍珠和鲇鱼概述

2006年5月9日20时热带风暴珍珠生成于菲律宾东南部洋面上,之后向西北方向移动。10日14时发展为强热带风暴;13日08时加强为台风;15日02时发展为强台风;15日08时强台风珍珠在南海中部突然转向北上;17日04时以后强台风转向北偏东方向移动;18日02时强台风强度减弱为台风,并于02:15在广东的饶平到澄海之间登陆,登陆时中心气压960 hPa,近中心最大风速 $35\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,风力12级,台风登陆后强度逐渐减弱,并以 $25\sim 35\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ 的速度向福建沿海地区移动;18日04时减弱为强热带风暴,06时减弱为热带风暴,15时之

后减弱为低气压(图1)。

2010年第13号热带风暴鲇鱼于10月13日20时在菲律宾东部洋面上生成,14日加强为强热带风暴,15日发展为台风,16日加强为强台风,17日加强为超强台风(最强时中心附近风力超过17级,风速达 $72\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)。18日中午“鲇鱼”在菲律宾吕宋岛沿海登陆,18日20时在菲律宾吕宋岛北部减弱为强台风,于22时前后进入南海东部海面,19日“鲇鱼”在南海再次加强为超强台风,移动减慢,20时之后转向西北方向,20日转向偏北方向移动,21日09时减弱为强台风,22日21时减弱为台风。10月23日12时55分“鲇鱼”在福建省漳浦县沿海登陆,登陆时强度为台风量级,中心附近最大风力有13级(风速 $38\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)。“鲇鱼”登陆后向偏北方向缓慢移动,23日下午至夜间在福建境内先后减弱为强热带风暴、热带风暴和热带低压,24日2时停止编号(图1)。

2 台风珍珠和鲇鱼北折路径分析

2.1 台风珍珠北折路径分析

在0601号强台风珍珠西行然后北折的过程中,西太平洋副热带高压有着较为明显的变化和调整。从5月9—13日,西太平洋副热带高压较强,主体维持在西太平洋,其西伸的高压脊扩展到了华南和南海北部(图略)。在这个阶段,“珍珠”主要是受到副热带高压南侧偏东气流或西南侧东南气流影响向西到西北方向移动。

从13日20时到14日,在“珍珠”穿越了菲律宾群岛后,控制着华南沿海、南海北部的副热带高压(图2a),受高原东部的低槽东移影响,逐渐东退南落。在这个阶段,环境流场对“珍珠”的引导作用逐渐减弱,“珍珠”的移动速度放慢(其速度 $<10\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$)。

在“珍珠”移动路径发生转折的前后,“珍珠”逐渐加强,14日以后500 hPa高度场发生了明显的调整。14日08时副热带高压东退减弱(图略),引导气流弱。15日08时副热带高压西伸加强并与赤道高压打通(图2b),越赤道气流与副热带高压西侧偏南气流汇合,形成南北向的引导气流。弱冷空气从台风西侧向南插,对台风路径有所影响。15日副热带高压继续加强,脊线在 22°N ,引导气流方向已转为

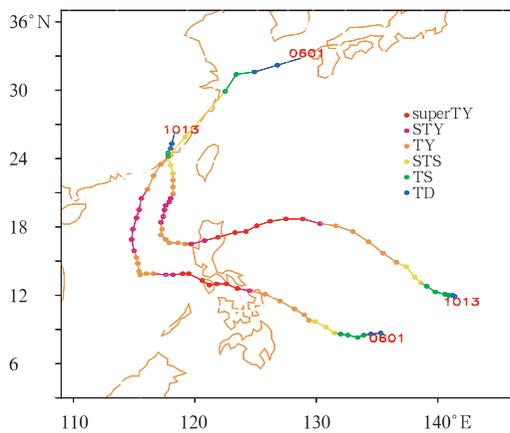


图 1 台风 0601 珍珠和 1013 鲑鱼路径
Fig. 1 The tracks of Typhoons Chanchu (0601) and Megi (1013)

偏南向。

分析气层 600~400 hPa 平均位势高度特征线的演变可以看到副热带高压的变化,若选择表现较好的 5940 gpm 等值线为特征线分析(图略),13 日 08 时副热带高压控制着华南沿海、南海北部,14 日 08 时副热带高压退到西太平洋上空,15 日副热带高压向西向南扩展,16 日进一步向西向南扩展,向西南方向伸展明显。在 2006 年 5 月 15 日 08 时 600~400 hPa 平均流场上,台风珍珠已位于副热带高压西侧,进入季风汇合区,转受南北向气流牵引,向北移动。16 日 08 时随着副高进一步向西南伸,相应地西侧的气流与越赤道气流合并,继续引导台风向北移动(图略)。这与天气图上看到的副热带高压的变化一致。

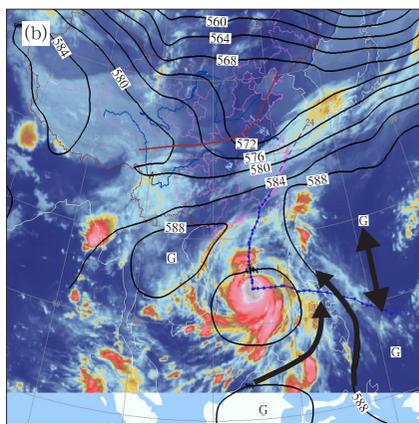
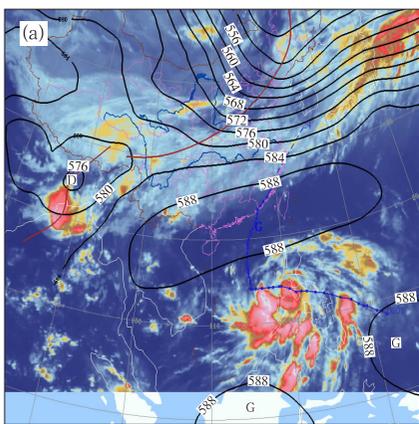


图 2 2006 年 5 月 13 日 08 时(a)和 15 日 08 时(b)500 hPa 图和云图
Fig. 2 Geopotential heights on 500 hPa and satellite pictures at 08 BT May 13 (a) and 08 BT May 15 (b), 2006

2.2 台风鲑鱼北折路径分析

在 1013 号强台风鲑鱼西行然后北折的过程中,西太平洋副热带高压同样有着较为明显的变化和调整。13—17 日副热带高压呈东西带状分布,西太平洋到华南沿海受 588 线控制,台风鲑鱼沿副热带高压南侧的偏东气流西行为主。18 日开始受西风槽影响位于华南上空的副热带高压明显减弱,18 日 20 时受西风槽影响位于华南上空的副热带高压已经消失(图 3a 和 3b),588 线东退到海上,引导气流减弱,在这个阶段,“鲑鱼”的移动速度逐渐放慢,19 日副热带高压加强,19 日 20 时副热带高压与赤道高压打通,越赤道气流在副热带高压西侧汇合,形成南北向的引导气流,弱冷空气从台风西侧向南插,台风的

趋暖特性使之改变移向(图 4)。台风与西风带低槽云系结合(图略),也有利台风向北移动。

分析平均位势高度 5940 gpm 特征线同样可以看到“鲑鱼”发生北折路径前副热带高压的变化(图略)。10 月 18 日 08 时西太平洋副热带高压伸到华南上空,18 日 20 时华南沿海的副热带高压开始减弱,退到西太平洋上空,19 日 08—20 时副热带高压与赤道高压打通,副热带高压西侧转为南北向气流,有利台风鲑鱼转向北移移动,分析 2010 年 10 月 19 日 20 时 600~400 hPa 平均流场可以看到台风鲑鱼处在副热带高压西侧,副热带高压西侧的偏南气流与越赤道气流汇合,引导台风向偏北移动。上述分析得到的结果与天气图分析结论相同。

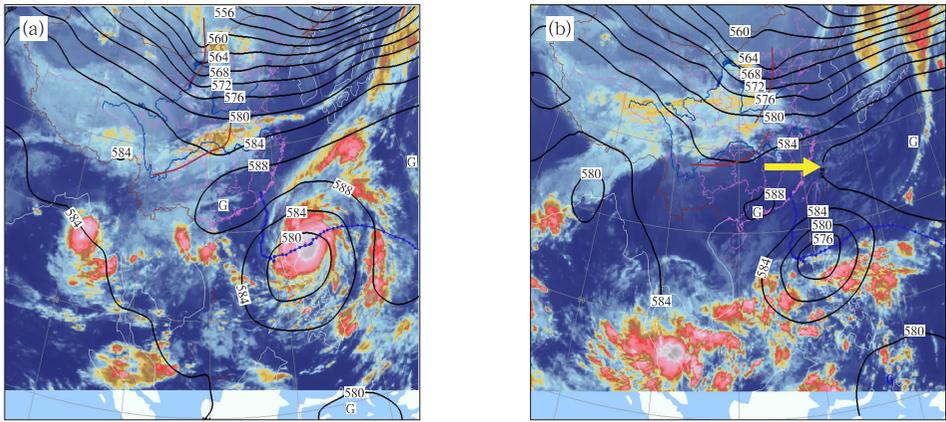


图 3 2010 年 10 月 18 日 08 时(a)和 20 时(b)500 hPa 图和云图

(b 中箭头指示 588 线东退后的位置)

Fig. 3 Geopotential heights at 500 hPa and satellite pictures at 08 BT (a) and 20 BT (b) October 18, 2010

[The white arrow in (b) indicates the isoline of 5880 gpm which has already receded eastward comparing with in (a)]

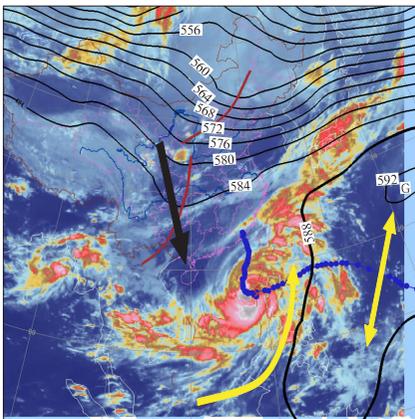


图 4 2010 年 10 月 19 日 20 时
500 hPa 图和云图

Fig. 4 Geopotential height at 500 hPa and satellite picture at 20 BT October 19, 2010

2.3 台风珍珠和鲇鱼北折路径的环境特征

通过上面分析可知,影响台风珍珠和鲇鱼北折路径天气形势变化有一些相同点,环境场调整影响是台风西行北折的重要前提。都是发生在西风槽影响华南的副热带高压,使得副热带高压减弱东退、台风移速减慢,其后副热带高压加强并从台风南部向西南伸、与赤道高压打通,副热带高压西侧的偏南气流与越赤道气流汇合,引导台风向北移动,同时西风槽伴随的低层弱冷空气从台风西北侧南侵,趋暖(避冷)特性也使其停止继续向西移动。环境场影响是这两个台风西行北折的重要原因。

3 台风珍珠和鲇鱼引导气流分析

对“珍珠”和“鲇鱼”2 个台风,分别计算了引导气流。方法是先计算了以台风为中心, $N \times N$ 个格点范围内的区域平均,得到一个区域平均的风矢量。考虑到在垂直气层中,这个风矢量的方向随高度是变化的,其中某个厚度气层(一般 700~500 hPa)的风矢量方向与台风移动方向较一致,认为该厚度层的风矢量平均很好地表现了环境气流的引导作用。因此,从 1000 hPa 到高空 200 hPa,间隔 50 hPa,做 1 层、2 层平均、3 层平均及 4 层平均,得到不同厚度的引导气流。数据取用 NCEP $1^\circ \times 1^\circ$ 的再分析风场,其中 N 的取值根据热带气旋(TC)的 7 级风圈尺度和强度确定。当强度为热带风暴(TS)以下时取 7 级风圈范围,若 7 级风圈直径过小到小于 6 个经/纬度,则取 6 个经/纬度;当强度为强热带风暴(STS)以上时取 7 级风圈范围,若 7 级风圈直径小于 10 个经/纬度,则取 10 个经/纬度。在以前的分析中^[11]发现,用该方法计算的风矢量与台风的移动方向吻合得较好,且有一定的时间提前量。因此可以认为该风矢量能在一定程度上体现引导气流方向,并能较好表现台风移动。

分析发现,对这两个台风,在 850~250 hPa 这样一个相当厚的层次中,计算得到的区域平均风矢量的方向与台风移向都能较好地吻合,表明环境对台风的移动起主要作用。从图 5 也可看出,在台风突然转向前后,与环境场发生的突然变化相对应,引导气流的方向从偏东气流转为偏南气流。因此,环

境场发生变化,导致引导气流发生突然改变,是台风珍珠和鲇鱼移动方向发生突然北折的主要原因。

另外,经过分析挑选发现,影响初夏台风珍珠移动的引导气流是500与450 hPa二层平均最好(图5a),而影响秋台风鲇鱼移动的引导气流是850 hPa到700 hPa的四层平均最好(图5b)。秋台风鲇鱼最佳引导气流所在高度低于初夏台风珍珠,这与已有的研究和经验相符合^[1],秋冬季台风的低层引导

作用较夏季显著。

4 台风模式路径预报检验

在主观预报中(图6),“珍珠”的路径预报误差明显小于“鲇鱼”的路径预报。在主观分析中,数值模式的预报结果常常是重要参考,下面分析数值预报的表现。

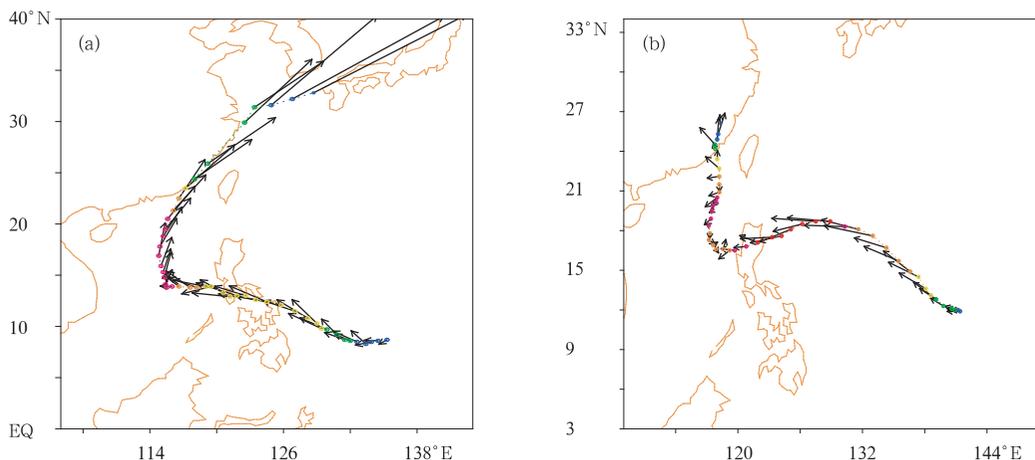


图5 “珍珠”(a)和“鲇鱼”(b)引导气流

Fig. 5 The steering current arrows of Typhoons Chanchu (a) and Megi (b)

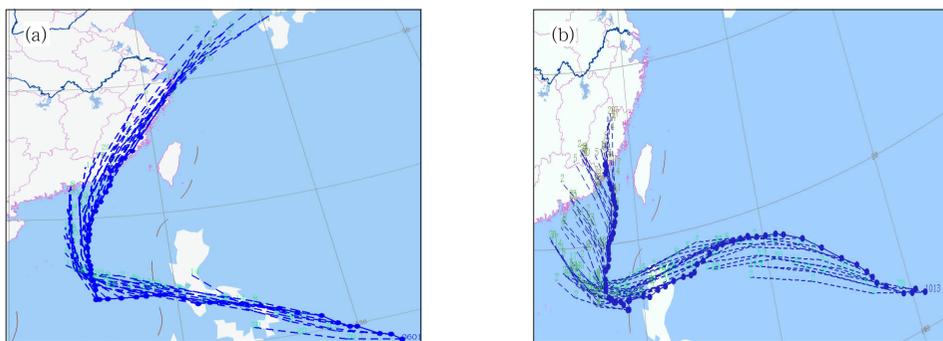


图6 国家气象中心制作的台风0601珍珠(a)和1013鲇鱼(b)路径预报

Fig. 6 The track forecasts of Typhoon Chanchu (a) and Typhoon Megi (b) from National Meteorological Centre (Beijing)

首先考察EC模式的预报情况。在对台风珍珠转向前后的形势场和台风位置的预报中,EC模式2006年5月11日20时起报的15日20时500 hPa高度场与实况基本吻合(图7),虽然副热带高压预报有些差异,但EC模式提前96小时较好地预报了15日台风珍珠转向偏北移动的路径。

在对台风鲇鱼的预报中,将EC模式2010年10月17日20时起报的20日20时的500 hPa高度场与实况比较发现(图8),72小时的预报在中高纬度还可以,槽的位置与实况基本一致,但副热带高压预

报明显偏弱,以至预报台风路径西行,72小时后转向西北方向,预报在海南登陆,与实际路径相差较大。其后18—19日EC模式预报的台风鲇鱼路径向北调整(图略),但直到19日20时仍然预报台风路径西北行,预报台风在珠江口以西登陆,明显与实况路径存在较大的差异,未能预报出转向偏北移动。

再分析其他模式和方法对台风鲇鱼预报情况发现,国内外多方法路径预报和超级集合19日08时预报未来48小时(图9),“鲇鱼”移动路径仍以偏西北方向移动为主,但有成员报向北移动。

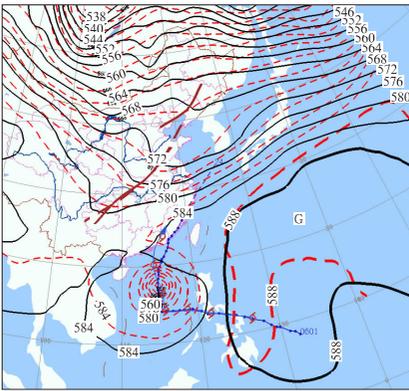


图 7 2006 年 5 月 11 日 20 时欧洲模式预报 15 日 20 时 500 hPa 和 2006 年 5 月 15 日 20 时实况 500 hPa (实线为实况,虚线为预报)

Fig. 7 The reanalysis fields (solid line) of 500 hPa at 20 BT May 15, 2006 and the corresponding forecast fields (dashed line) at initial time of 20 BT May 11, 2006 from ECMWF

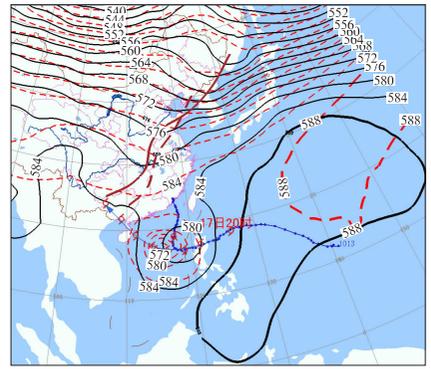


图 8 2010 年 10 月 17 日 20 时欧洲模式预报 20 日 20 时 500 hPa 和 20 日 20 时实况 500 hPa (实线为实况,虚线为预报)

Fig. 8 The reanalysis fields (solid line) of 500 hPa at 20BT October 20, 2010 and the corresponding forecast fields (dashed line) at initial time of 20 BT October 17, 2010 from ECMWF

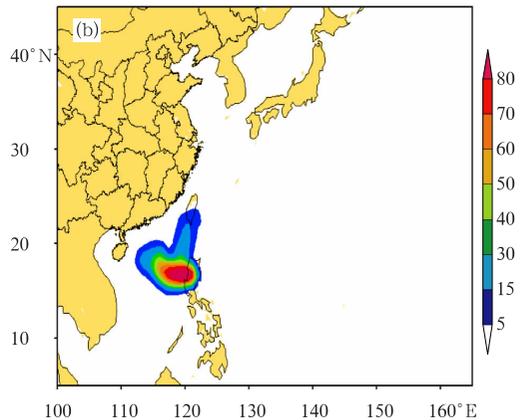
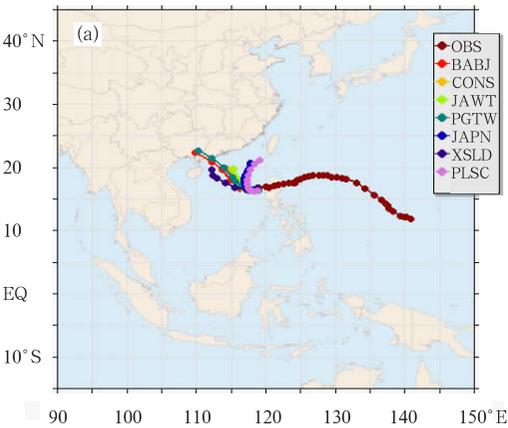


图 9 19 日 08 时起报的国内外多方法 48 小时路径预报(a)和超级集合预报(b)
Fig. 9 The 48 h forecast tracks from many institutions all over the world (a) and the super ensemble forecast track (b), at initial time of 08 BT October 19, 2010

因此,对于台风珍珠,数值预报结果与实况吻合得较好,主观分析和预报比较准确,预报难度较小。而对于台风鲇鱼,数值预报结果与实况有相对大的差异,特别是预报员常用、且预报性能较稳定的 EC 模式预报结果与实况差异较大,对主观分析有较大影响。此时尽管国内数个模式也预报了北折的路径,但国内模式的稳定性及对环境系统位置强度等的预报精度常稍低于 EC 模式,基于预报员对各模式一贯的运用经验,会偏向于信任 EC 模式的预报结果。

模式检验表明,台风异常路径预报,各模式和方

法会出现非常大的分歧,如何获取正确的信息是预报员需要思考的问题。上述分析表明,密切关注实况天气形势的变化,可以在一定程度上进行路径订正。比如,若仔细分析台风鲇鱼在 10 月 18—19 日天气形势演变,会发现副热带高压正在进行大幅度调整,台风移向存在突然变化的可能性,这对预报的修正是很关键的。

5 小 结

通过分析得到以下初步结论:

(1) 环境场发生突变导致引导气流突然改变是台风珍珠和鲑鱼发生突然北折的共同原因。环境场的突变进程为:西风槽东移,携带弱冷空气南侵,使华南副热带高压先减弱东退,台风移速减慢,然后该副高加强并从台风南部向西南伸展、与赤道高压打通,其西侧的偏南气流与越赤道气流汇合引导台风向北移动。

(2) 初夏台风珍珠移动的引导气流是 500 hPa 到 450 hPa,秋台风鲑鱼移动的引导气流是 850 hPa 到 700 hPa,其最佳引导气流所在高度低于初夏台风珍珠,秋冬季台风的低层引导作用较夏季显著。

(3) 通过数值模式检验得到,多种方法、超级集合、不同的模式提供了很多的信息,在应用这些信息时要密切结合实况天气形势的变化,进行路径订正。上述分析表明,台风鲑鱼在 10 月 18—19 日天气形势演变是其转向的重要信号,如果发现并给与重视,对路径预报的修正有重要作用。

参考文献

[1] 陈联寿,丁一汇.西太平洋台风概论[M].北京:科学出版社,

1979:289-295.

- [2] 罗哲贤.热带气旋异常运动可预报性问题的理论研究[J].气象,1994,20(12):39-41.
- [3] 李勋,李泽椿,赵声蓉,等.“珍珠”(0601)异常急翘路径和内核结构变化的诊断分析及数值研究[J].气象,2010,36(9):1-8.
- [4] 李天然,吴婉萍,林良勋.强台风珍珠异常路径的特点、成因及预报[J].广东气象,2006,29(3):18-22.
- [5] 甘惠泉,陈雷.0601号台风珍珠路径突变和登陆后迅速减弱的原因分析[J].大气科学研究与应用,2006,2:40-49.
- [6] 段朝霞,苏百兴.0601强台风珍珠北翘路径分析[J].广东气象,2007,29(2):42-43.
- [7] 许映龙.超强台风鲑鱼路径北翘预报分析[J].气象,2011,37(7):821-826.
- [8] 刘爱鸣,林毅,刘锦绣,等.1013号超强台风鲑鱼历史最晚登陆福建的成因分析[C].全国台风预报技术交流会论文汇编.2011:22-28.
- [9] 孙冷.2010年西北太平洋热带气旋活动特征及成因的初步分析[J].气象,2011,37(8):929-935.
- [10] 代刊.2010年10月大气环流和天气分析[J].气象,2011,37(1):122-128.
- [11] 王慧,陈智强,曹晓岗,等.0908号台风莫拉克的异常移动原因简析[J].大气科学研究与应用,2010,2:60-68.