

# “布拉万”和“梅花”北上影响吉林省产生降水差异的天气学特征对比分析

徐兴波<sup>1</sup> 韩庆红<sup>1</sup> 徐驰<sup>2</sup>

(1 吉林市气象局, 吉林 132013; 2 南京信息工程大学, 南京 210044)

**摘要:** 使用NCEP再分析资料, 对两次路径相似, 但对吉林省降水造成影响差异较大的北上台风“布拉万”和“梅花”就流场和物理量场特征进行了对比分析。结果发现, 两次台风北上过程中西太平洋副热带高压对台风路径起着决定性的作用; 北上台风降水强度与自身水汽和周围水汽输送有直接关系, 水汽通量散度量值在降水预报中较为适用; 台风的垂直结构特别是涡度场垂直分布的斜压结构对台风的发展起到重要作用; 西风槽和冷空气与台风的配合对降水强度产生很大影响; 高低空急流的配置对台风系统的维持和强降水落区有明显的指示意义, 并且对降水的强度和持续时间起到关键作用。

**关键词:** 北上台风, 降水差异, 水汽通量散度, 涡度, 西风槽, 高低空急流

DOI: 10.3969/j.issn.2095-1973.2015.01.007

## Synoptic Characteristic Analysis of Two Northward Typhoons “Bolaven” and “Muifa” Which Lead to Rain Distinction in Jilin Province

Xu Xingbo<sup>1</sup>, Han Qinghong<sup>1</sup>, Xu Chi<sup>2</sup>

(1 Jilin Meteorological Bureau, Jilin 132013 2 Nanjing University of Information Science and Technology, Nanjing 210044)

**Abstract:** Using the  $1^\circ \times 1^\circ$  reanalysis grid data of NCEP, two northward typhoons “Bolaven” and “Muifa” which are similar to the path but quite different in precipitation when they reach Jilin Province are compared with traces and other physical factors in this paper. It is found that the subtropical ridge of the Western Pacific decided whether the typhoon moves northward or not. The precipitation caused by typhoon is related to the value of vapors brought about, and the vapor flux divergence value was suitable in the precipitation forecast. The vertical structure of typhoon especially the baroclinic configuration of vorticity benefits for the development of typhoon. Western wind trough and cold air affects the typhoon for the precipitation intensity. The configuration of high and low air jet is a guidance whether the typhoon system continuous maintaining and where the heavy rain occurs, and it is a key issue related to the intensity and duration of precipitation.

**Keywords:** precipitation distinguish, northward typhoon, vapor flux convergence, vertical vortex, western wind trough, high and low air jet

### 0 引言

台风是我国主要的气象灾害之一<sup>[1]</sup>, 也是预报工作中的重点和难点<sup>[2]</sup>。尽管每年影响北方的台风次数不多, 但台风仍然是造成北方暴雨的重要天气系统, 特别是在 $125^\circ\text{E}$ 以西登陆北上的台风, 往往会给北方带来大风和强降水天气<sup>[3]</sup>。Foley等<sup>[4]</sup>在台风研究中发现: 在冷空气作用下维持的台风系统, 经常造成中高纬度的灾害性天气, 如大风、特大降水等。台风所引发灾害的等级和台风登陆后的演变趋势存在一定差异<sup>[5]</sup>, 是台风预报工作中的难点<sup>[6]</sup>。

本文对2011年和2012年两次相似路径的北上台风影响吉林省时引发较大差异降水量的事实进行了

物理量对比分析, 研究结果对今后预报吉林省台风降水将可能有所帮助。201109号“梅花”台风在2011年8月7日晚上减弱为强热带风暴, 8日17时减弱为热带风暴, 8日18时30分在朝鲜半岛西海岸北部登陆, 登陆后迅速减弱北上, 受其影响吉林省大部出现中到大雨天气。201215号“布拉万”台风在2012年8月28日15时15分在朝鲜西南沿海登陆, 后再次入海, 28日20时减弱为强热带风暴, 22时50分在朝鲜西北部再次登陆仍为强热带风暴后逐渐减弱为热带风暴, 在28日夜间影响吉林省, 受其外围云系的影响, 吉林省长春地区、四平公主岭等地均出现大暴雨。两次台风北上影响吉林省路径相似, 但是降水量级别却有较大差异。图1为“梅花”台风和“布拉万”台风24小时降水量实况图, 可以看出: “布拉万”台风影响吉林省的过程雨量比“梅花”台风明显大很多。

收稿日期: 2013年11月21日; 修回日期: 2014年8月13日  
第一作者: 徐兴波(1963—), Email: x\_x\_b\_w@163.com

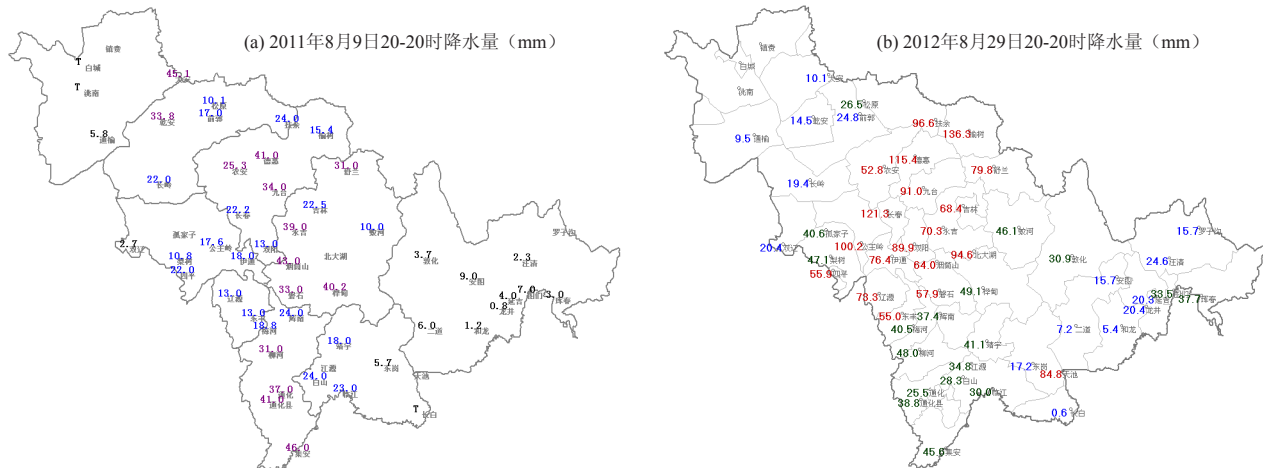


图1 201109号“梅花”(a)和201215号“布拉万”(b)台风影响吉林省24小时降水实况及台风路径图

## 1 资料和方法

本文选用美国NCEP/NCAR  $1^\circ \times 1^\circ$  网格点再分析资料,分析流场和位势高度场,降水量数据来自吉林省气象台提供的台站观测资料。台风路径、强度等资料来自中国天气台风网 (<http://typhoon.weather.com.cn/>)。

针对位势高度、风场、水汽通量散度、垂直涡度、散度、高低空急流等应用天气学分析方法进行了分析。

## 2 两次北上台风实况对比

### 2.1 两次北上台风移动路径相似

两次台风都是在西风槽和副热带高压的共同作用下北上,并且在登陆地点、登陆后移动路径上都很相似,都在朝鲜登陆后继续北上影响吉林省。1109号台风于2011年7月28日开始编号为“梅花”,先向偏北方向移动,8月2日晚开始转向偏西方向,于8月18日18时30分在朝鲜西海岸北部登陆,8月9日08时停止编号,生命史达12天。1215号台风在2012年8月20日开始编号为“布拉万”,在8月29日14时停止编号,持续时间达9天。

### 2.2 两次北上台风的不同点

台风的生命史,平均为一周左右。“梅花”台风生命史为12天,影响吉林省时为第11天,移出吉林省后继续北上影响黑龙江省;“布拉万”台风生命史为9天,影响吉林省时为第8天,移出吉林省后第2天减弱为低压,停止编号。“梅花”台风生命史较长,影响吉林省时能量有较大的消耗,减弱为热带风暴;“布拉万”台风影响吉林省时强度仍然较强,为强热带风暴等级,然后逐渐减弱为热带风暴。

“梅花”台风具有生命史长、路径不确定性大、移速不均、强度多变和风大雨少等特点,影响吉林省时强度减弱明显,24小时单站最大降水量为46mm,

出现了中到大雨天气;“布拉万”台风是在朝鲜半岛登陆后再次入海,二次登陆在朝鲜西北部,其移动路径比较确定、移速比较均匀,影响吉林省时强度仍然很大,具有风大雨大的特点,24小时单站最大降水量为136mm,并且伴随最大风速6级(11.1m/s),长春市出现区域性大暴雨,吉林市出现区域性暴雨,导致吉林省玉米等粮食作物出现了大面积的倒伏,给经济和生活造成很大的影响。

## 3 天气形势分析

### 3.1 气象要素特征

台风的风场结构表现为低空空气流入层,有气流辐合,产生上升运动,然后从台风顶部向外流出,在远离中心一定距离后出现下沉运动,因此台风自身中心气压的强度和最大风力等级标志着台风的整体强度,也预示着能否在台风外围产生大范围的降水和大风天气。表1为两次台风登陆时的气象要素指标对比,可以看出,“布拉万”较“梅花”在登陆时和影响吉林省产生降水的集中时段,其气压更低、风速更大;“梅花”登陆后强度明显减弱,“布拉万”登陆后强度较“梅花”强,气压也比“梅花”低,风速比“梅花”大;从登陆地点来看,“梅花”较“布拉万”偏北1.8个经距,偏西0.7个纬距。

表1 两次台风各有关要素对比

台风	“梅花”	“布拉万”
登陆时间	2011年8月8日18时	2012年8月28日15时
登陆地点	39.5°N, 124.8°E	37.7°N, 125.5°E
登陆气压	980hPa	970hPa
登陆时最大风速	23m/s	34m/s
降水集中时段气压	995hPa	975hPa
降水集中时段最大风速	15m/s	28m/s
吉林省内24小时单站最大降水量	46mm	136mm

### 3.2 对流层低层高度场特征

图2a为“梅花”台风影响吉林省时, 2011年8月8日20时的700hPa位势高度形势场; 图2b为“布拉万”台风影响吉林省时2012年8月28日20时700hPa位势高度形势场。“梅花”影响吉林省前副高呈块状, “梅花”中心位于(40.1°N, 125.1°E), 为热带风暴, 中心强度为3000gpm, (47°—51°N, 115°E)附近有与“梅花”配合的西风槽, 槽后有冷空气。“布拉万”影响吉林省前副高也呈块状, 中纬度为两脊一槽型, 在(45°—47°N, 117°E)附近有与“布拉万”配合的西风槽, 槽后有冷空气配合, “布拉万”中心位于(38.4°N, 124.6°E), 为强热带风暴, 中心强度为2920gpm。

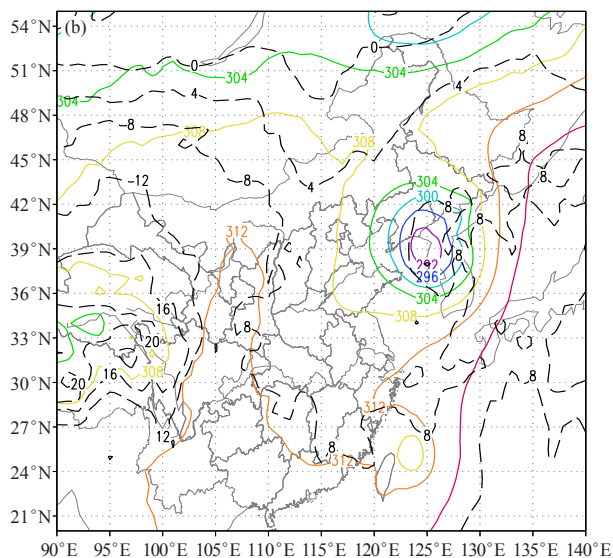
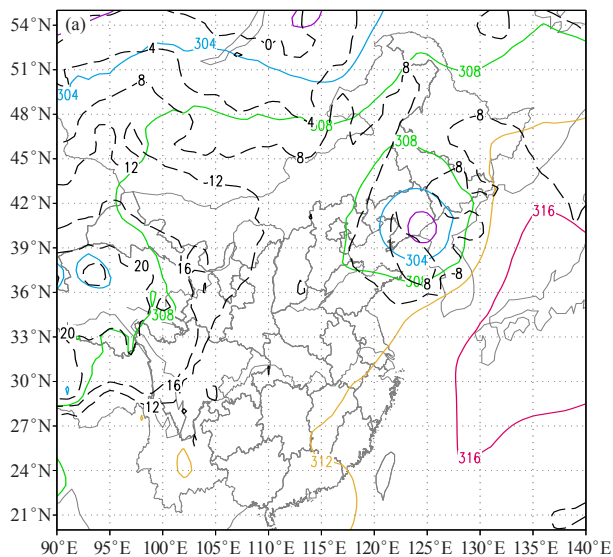


图2 2011年8月8日20时“梅花”(a)和2012年8月28日20时“布拉万”(b)影响时700hPa位势高度场(彩色实线为高度场分析, 黑色虚线为温度场分析)

台风的移动与副高、中低纬度的系统是相互作用的, 图3为700hPa副热带高压3160gpm特征线四个时次的变化情况, 可以看出, “布拉万”在29日20时3160gpm特征线北侧到达47°N附近, “梅花”在9日08时3160gpm特征线北侧达到39°N附近。“布拉万”登陆前后副热带高压势力明显强于“梅花”。许映龙等<sup>[7]</sup>在“梅花”的研究工作中指出, “梅花”在近海北上阶段, 其东侧有1110号台风活动(两者相距16个纬距以上, 可以考虑不存在藤原效应)。“梅花”在向北偏西移动的过程中, 其东侧的1110号台风强度加强向东北方向移动, 从而使得西进的副热带高压在两个台风之间发生南落, 并与赤道高压打通。这也是“梅花”在北上和登陆期间副热带高压较弱的原因之一。

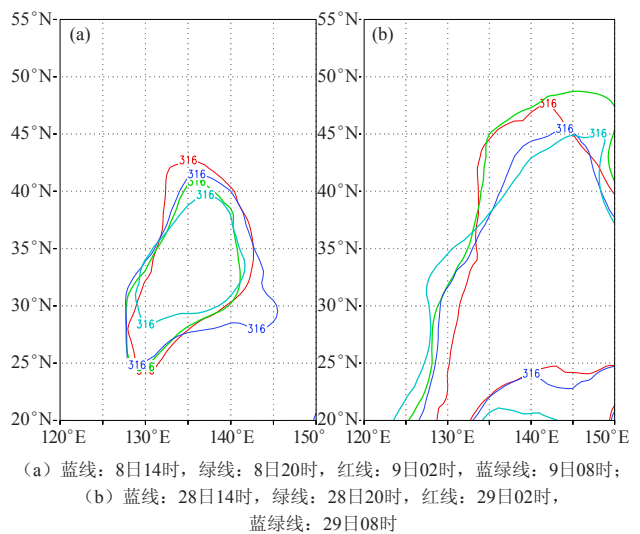


图3 “梅花”(a)和“布拉万”(b)在700hPa副热带高压3160gpm特征线四个时次的变化

“布拉万”二次入海对自身的水汽存在一定补充, “布拉万”在28日15时首次登陆前, 其中心强度为970hPa, 最大风速为35m/s, 后又入海, 主要是补充了水汽和减小了摩擦力。17时“布拉万”中心强度仍为970hPa, 最大风速为33m/s, 台风强度没有减弱, 18时30分登陆时受地面摩擦作用强度有所减弱。

“梅花”登陆前18时其中心强度为980hPa, 最大风速为23m/s, 18时30分其登陆后迅速减弱, 20时其中心强度减弱为990hPa, 最大风速减弱为20m/s, 与“布拉万”相比, “梅花”在朝鲜半岛登陆前强度比“布拉万”弱, 登陆后减弱也较为明显。

因此, “布拉万”在朝鲜半岛登陆前后的强度都明显强于“梅花”。700hPa位势高度场还体现在, 两个台风相比, “布拉万”3160gpm等高线偏北近8个纬距, 副热带高压势力也更强, 在下游形成阻挡的高压坝, 西风槽与台风的配合也是“布拉万”好于“梅花”。

### 3.3 对流层低层风场特征

从图4风场上看,“梅花”影响时,2011年8月8日20时700hPa风场上:西南急流在33°N以北,切变在47°N以北、115°E以西为后倾槽(图略),后倾槽指的是槽线随高度的倾斜方向与其移动方向相反。而“布拉万”影响时,2102年8月28日20时700hPa风场:西南急流可一直向南寻踪到30°N,切变在45°N以北、117°E为前倾槽,前倾槽的槽线随高度的升高向前进方向倾斜,高空槽线位于低空槽线或地面锋之前(图略)。1109和1205号台风影响东北地区路径相似的原因在于副热带高压稳定呈块状分布,强度较强,脊线偏北。郑秀雅等<sup>[8]</sup>在东北暴雨的数值试验中明确指出:西风带上的低槽对北上台风的后期路径有重要作用。风场分析与高度场分析比较一致,“布拉万”的北部高空槽配合较“梅花”更好,与“布拉万”配合的高空槽偏东一些,而与“梅花”配合的高空槽有些偏西。另外,与“布拉万”配合的高空槽为前倾槽,前倾槽在移动过程中,槽后的干冷空气叠置于低层槽前的暖湿空气之上,增加了台风大气柱的对流不稳定性,对增强降水有重要作用。

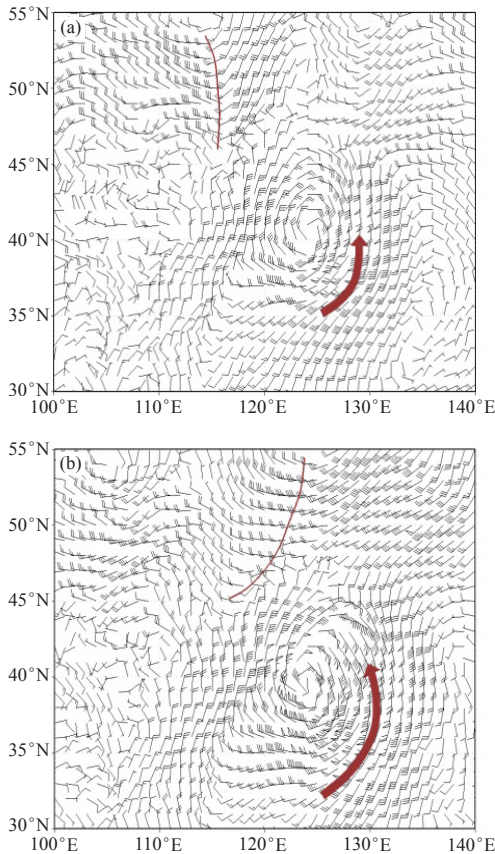


图4 2011年8月8日20时“梅花”(a)和2012年8月28日20时“布拉万”(b)影响时700hPa风场(棕色箭头粗线为西南急流,棕色细线为西风槽)

## 4 物理量分析

### 4.1 水汽条件分析

充沛的水汽条件是形成暴雨的必要条件之一,水汽通量是指单位时间内流经与速度矢正交的某一单位截面积的水汽质量。从水汽通量的数值和方向,可以了解暴雨过程的水汽来源和大小,以及这种水汽输送和某些天气系统的关系。但是,至于暴雨落区究竟出现在何处、雨量有多大等,则与水汽通量散度的关系更为密切。如水汽通量散度为正,表示有水汽流失;水汽通量散度为负,表示有水汽积聚。“梅花”台风和“布拉万”台风影响吉林省前水汽通量散度变化如图5所示,“梅花”台风的水汽通量散度的变化在8日20时流入大的水汽只集中在39°—41°N,125°—127°E(图中负值绿色区域),数值较小,而北面为正值,说明有干空气流入,而到9日02时在124°—126°E有一狭长的水汽流入区大致中心在(40°N,126°E),这与吉林省东南部强降水是相对应的。从水汽通量散度来看,“梅花”台风基本是个“干台风”。“布拉万”台风的水汽变化在28日20时有三个水汽积聚区。到了29日02时,在38°—42°N,123°—127°E西北至东南向有一水汽积聚区,在42°—46°N,124°—128°E东北至西南向的水汽积聚区(图中负值绿色区域),这也符合暴雨发生在长春、吉林的实况。

从水汽通量散度分析中可以看出,“梅花”台风偏干,基本是“干台风”,降水只依靠自身的水汽;而“布拉万”台风除自身水汽外还有来自南部的水汽输送。

### 4.2 涡度分析

图6为沿台风中心纬度方向的三个时次的涡度垂直剖面图。从两个台风的涡度垂直剖面对比来看,“梅花”台风的涡度区,从900hPa至300hPa台风中心上方为柱状均匀的正涡度区,呈准对称结构,且其中心附近的涡度垂直分布呈准正压状态,其周边西风带系统的涡度区不明显,与“梅花”配合的西风槽在115°E附近,和台风之间的涡度没有发生明显的相互作用。而“布拉万”则是与梅花完全不同的结构,从1000hPa至300hPa台风中心上方涡度呈不对称分布,由1000hPa至300hPa涡度由350逐渐递减至100左右,1000~700hPa为大于300的正涡度区,正涡度中心随高度明显后倾,为明显的斜压结构。与“布拉万”配合的西风槽在117°E附近,在前倾槽的作用下和台风的涡度发生明显的作用,其中心附近的涡度垂直分布则呈斜压状态,有利于“布拉万”的维持,并且,这种斜压结构在台风登陆后蜕变为普通低压后有利于低

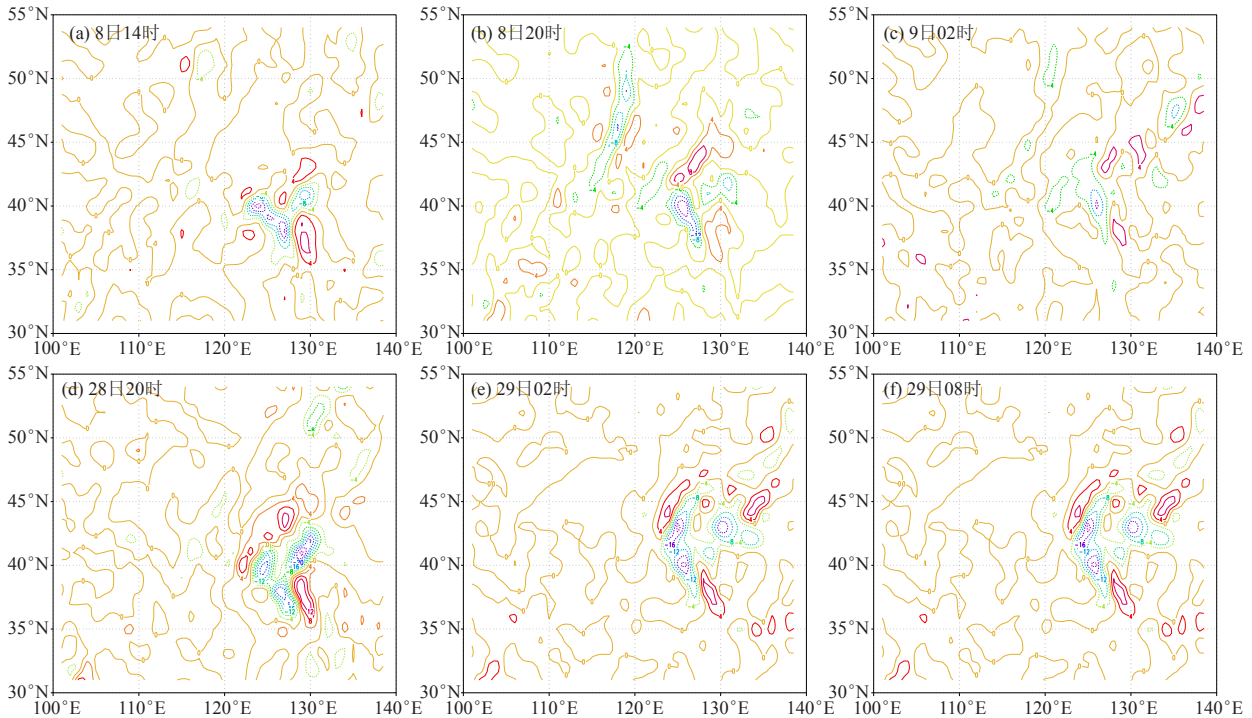


图5 “梅花” (a, b, c) 和“布拉万” (d, e, f) 925hPa水汽通量散度 (负值为绿色区域, 正值为红色区域)

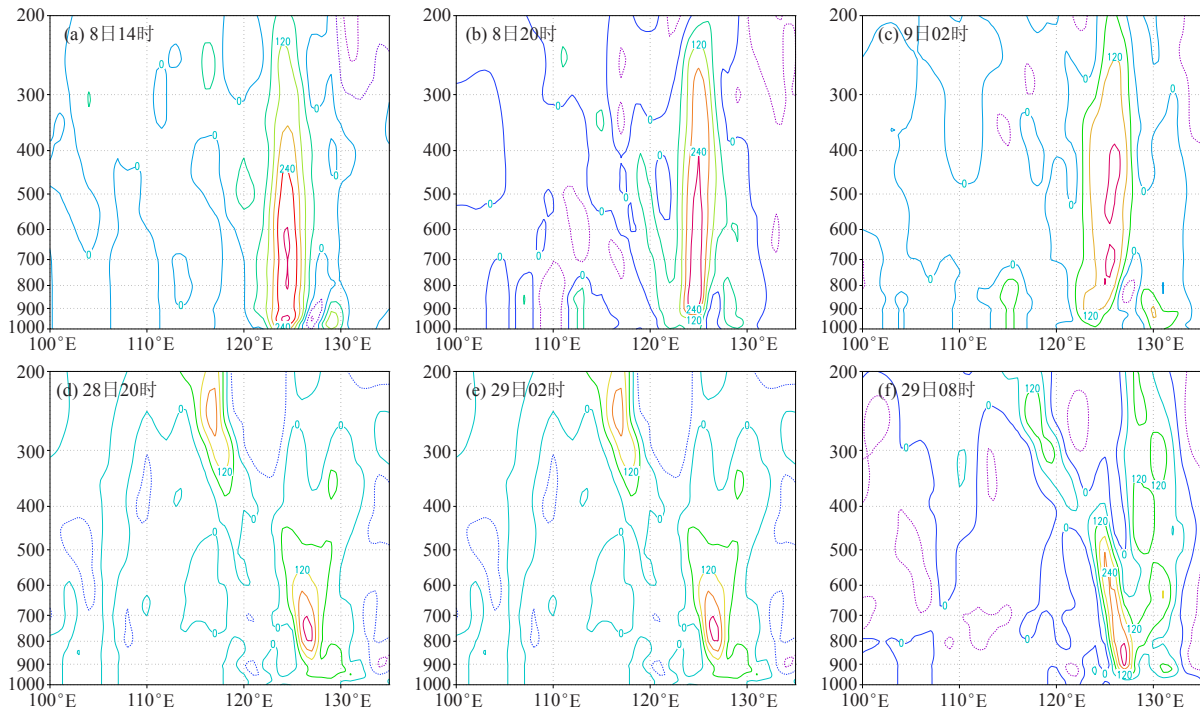


图6 “梅花” (a, b, c) 和“布拉万” (d, e, f) 中心沿纬度方向的涡度垂直剖面图 (虚线为负值, 实线为正值, 红色为正值大中心)

压维持和发展, 从而加强降水。

从天气学原理来分析, “布拉万”的涡度场垂直不对称结构利于台风的发展, 而梅花的涡度场的准对称结构并不利于台风登陆后的发展以及降水的加强<sup>[9]</sup>。

### 4.3 温度平流的分析

从2011年8月8日20时850hPa温度平流来看 (图略), “梅花”在8日20时在40°N以北没有冷平流, 说明北部没有冷空气侵入。从同时期的850hPa温度

场上也可以看出在吉林省西北方即大兴安岭附近存在明显的暖舌，使得吉林省有来自西北方向的暖平流，而随着时间的推移，这些特征更加明显；而从“布拉万”在28日20时的温度平流可发现台风的暖性特征还是很明显，而在台风周围特别是北部有冷平流，随着时间推移到29日02时冷平流加强，集中在长春附近，冷暖在此交绥，斜压性加强，对流性不稳定加强，造成了长春市区域性大暴雨天气。

#### 4.4 散度的分析

图7为“梅花”与“布拉万”影响时300hPa、500hPa和850hPa三层散度分布图。从低层到高层的散度垂直情况分析来看，“梅花”低层辐合、高层辐散特征不强，因而对吉林省降水造成的影响不明显；而“布拉万”的垂直散度特点是低层辐合和高层辐散都很强，所以持续影响吉林省的时间长，造成的降水强度大，这与其斜压结构特征明显有密切关系。

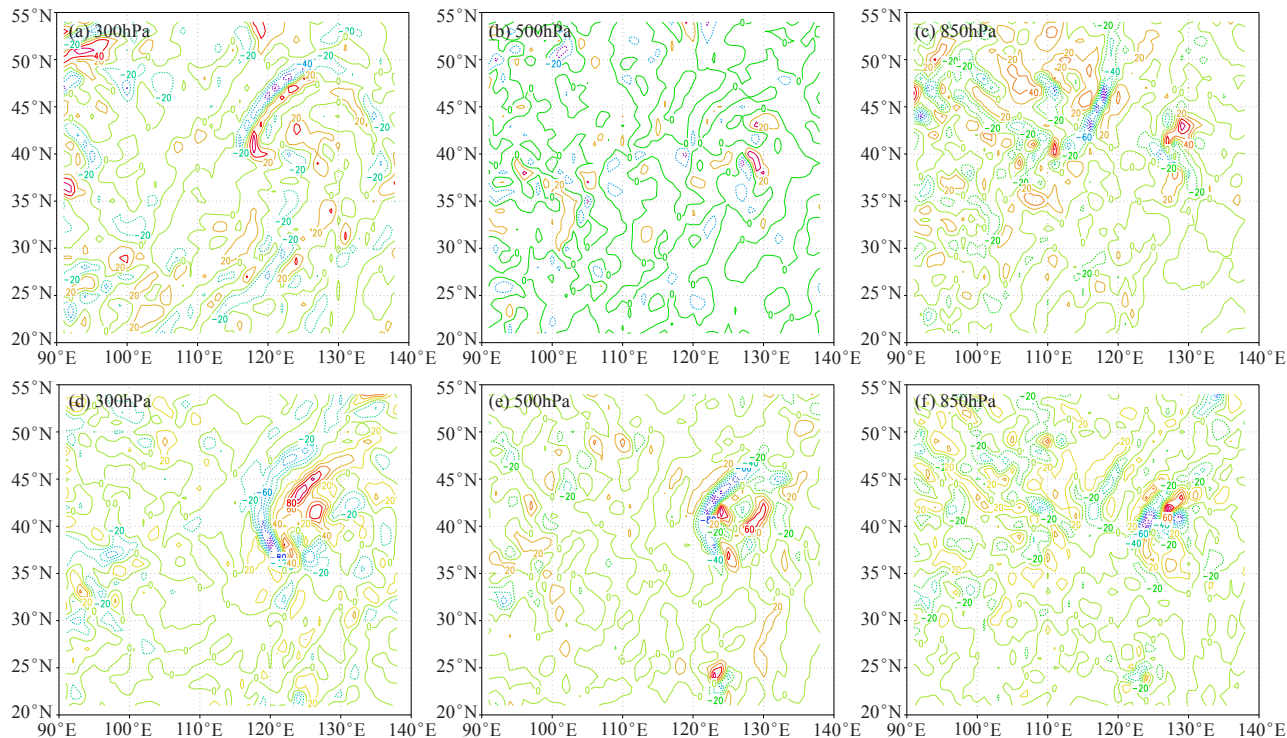


图7 “梅花” (a, b, c) 和“布拉万” (d, e, f) 影响时300hPa、500hPa和850hPa三层散度分布 (蓝色中心为负值区域, 红色中心为正值区域)

#### 4.5 高低空急流的分析

从200hPa风场分布 (图8) 可以看出，在台风影响最大的时间，“布拉万”有一支风速中心大于50m/s的宽且强的高空西风急流，暴雨落区主要集中在高空急流 (入口区右侧)，之后高空急流加强，垂直上升运动剧烈，而“梅花”没有在吉林省形成明显的高空急流 (图略)。两个台风在850hPa上的低空急流也表现出明显差异，“梅花”只在吉林省东南部地区有低空风速急流，而“布拉万”则在全省形成明显的低空急流区。从“布拉万”28日20时高空急流 (200hPa)、低空急流 (850hPa) 配置及大降水落区 (图8) 可以看出：强降水落区位于高空急流的右后方和低空急流的左前方，这个位置正好是高低空急流动力相互作用最强的地方，也是上升气流最强的位置。“布拉万”高低空急流的配置有利于垂直运动的维持和暴雨的持续。

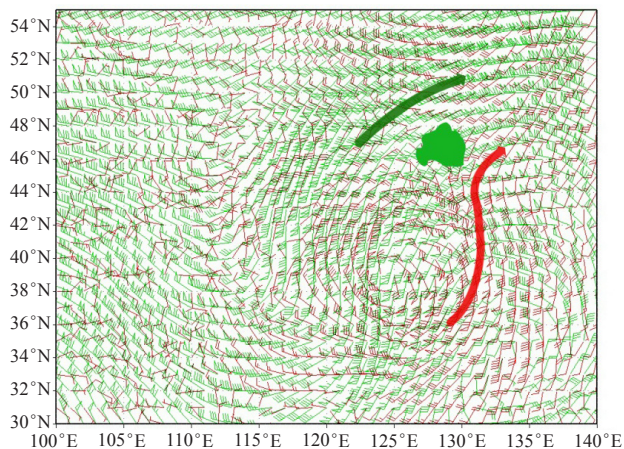


图8 “布拉万”影响时，28日20时高低空急流配置和强降水落区 (绿色箭头粗线表示高空急流, 红色箭头粗线表示低空急流; 绿色区域为强降水落区; 绿色风标表示200hPa风场, 棕色风标表示850hPa风场)

## 5 结论和讨论

本文就两次路径近似的北上台风产生的天气进行了对比分析,发现台风北上过程中西太平洋副热带高压的位置和形状对台风路径起着决定性的作用;北上台风登陆后再次入海会对台风水汽方面有一定的补充,在预报工作中需要关注;从台风的垂直结构看涡度场的斜压结构有利于台风的发展;北上台风与西风槽和冷空气的配合会对降水强度产生很大影响,高空冷空气的侵入特别是前倾槽有利于登陆台风中强对流的发展;另外,高低空急流的配置对台风和强降水的维持起到重要作用,预报中尤其要关注高低空急流的位置和相互作用;还有,北上台风降水强度与台风自身水汽强度以及周围水汽输送补给有直接关系。

由以上结论可以得出,即使路径相似的北上台风,它们影响东北地区降水也可能存在较大差异,这和台风本身的强度以及周围环流场和物理量场的配置有较大关系,在预报工作中要特别注意,否则,容易出现强降水的空报。

在实际预报工作中,台风路径预报必须结合中低纬天气系统进行综合分析;台风降水必须结合台风自身的强度、路径、周围环流场配置和物理量数据做好预报,主要关注水汽通量散度、涡度、环流形势和高低空急流的相互作用等方面,以便做好预报。

### 参考文献

- [1] 陈联寿, 端义宏, 宋丽莉, 等. 台风预报及其灾害. 北京: 气象出版社, 2012.
- [2] 程正泉, 陈联寿, 李英. 登陆台风降水的大尺度环流诊断分析. 气象学报, 2009, 67(5): 840-850.
- [3] 张京英, 赵海军, 王庆华, 等. 一次台风大暴雨成因及落区分析. 气象科技, 2010, 38(增刊): 35-41.
- [4] Foley G R, Hanstrum B N. The capture of tropical cyclones by cold fronts of the west of Australia. Weather and Forecasting, 1994, 9 (4): 577-592.
- [5] 谭志华, 赵从兰, 杨晓霞, 等. 9711与9417号登陆北上台风的对比分析. 山东气象, 1998, 71: 39-44.
- [6] 张苏平, 李春, 白燕, 等. 一次北方台风暴雨(9406)能量特征分析. 大气科学, 2006, 30(4): 645-659.
- [7] 许映龙, 韩桂荣, 麻素红, 等. 1109号超强台风“梅花”预报误差分析及思考. 气象, 2011, 32(10): 1196-1205.
- [8] 郑秀雅, 张廷治, 白人还. 东北暴雨. 北京: 气象出版社, 1992.
- [9] 朱乾根, 林锦瑞, 寿绍文, 等. 天气学原理和方法. 北京: 气象出版社, 2007.

## 第十一届长三角气象科技论坛在上海青浦召开

■ 徐建中 (上海市气象学会)



图 第十一届长三角气象科技论坛主会场

2014年12月18—19日,第十一届长三角气象科技论坛在上海青浦举行。论坛由上海、江苏、浙江两省一市气象局和气象学会主办。来自长三角地区的120多位科技人员参加了会议。上海市气象局局长陈振林出席了论坛开幕式并讲话,他指出:长三角科技论坛给科技人员相互合作、交流与学习提供了一个很好的平台。通过举办论坛,一是要加快长三角气象业务服务一体化工作的认识,形成区域气象工作的创新点;二是气象部门在长三角大气污染防治协作中应该发挥作用;三是全面深化改革推进率先实现气象现代化。坚持科技引领,大力发展、推进现代天气气候和

公共气象服务核心业务,稳步强化并实现国家级气象业务应急备份中心、海洋气象中心、卫星遥感应用中心、长三角环境气象预报预警中心等服务国家战略和区域经济社会发展的功能,开展区域高分辨率数值预报科技创新体制改革试点。

本次论坛邀请来自中国气象学会、中国气象局气象干部培训学院《气象科技进展》编辑部、中国气象局上海台风研究所、南京信息工程大学、浙江省气象台的专家做了名为《观测到的地面和大气的气候变化及其不确定性》、《世界气象科技创新现状和趋势——气象信息角度对气象现代化的解读》、《华东区域高分辨数值预报的进展与挑战》、《基于TIGGE资料的降水量统计降尺度预报》、《浙江近海登陆台风回波参数的特性分析》的主题报告。

论坛安排了“灾害性天气预报预警”、“大气环流和气候”、“大气探测、气象电子、防雷和信息技术”、“应用气象与服务”四个分会场进行交流。据统计,本届论坛收到文章近400篇,录用252篇,到场进行交流的文章80余篇,共690人次参与投稿。部分优秀论文将在《气象科技进展》上发表。