

# Diagnostic Analysis of the Path and Intensity of Typhoon “Bolaven”

Fang Ma

Qufu Meteorological Bureau, Jining Shandong  
Email: mafang\_09@163.com

Received: Jul. 6<sup>th</sup>, 2016; accepted: Jul. 23<sup>rd</sup>, 2016; published: Jul. 26<sup>th</sup>, 2016

Copyright © 2016 by author and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

---

## Abstract

Best-track data from the Japan Meteorological Agency and reanalysis datasets from the multi satellite altimeters are analyzed during the lifetime of the No. 1215 typhoon “Bolaven”, using the synoptic analysis. Main influence factors for the variations of typhoon’s path and intensity are diagnosed in this paper. During the whole lifetime, typhoon “Bolaven” gradually changes its direction. This movement is mainly guided by the subtropical high, westerlies as well as the typhoon “Tembin”. The strengthening of typhoon “Bolaven” is consistent with the higher sea surface temperature and lower vertical wind shear. Besides, typhoon’s convergence and upward motions in the middle and lower troposphere also can promote this enhancement. As a result, “Bolaven” reaches its maximum intensity. Subsequently, due to the decrease of the sea surface temperature and the increase of the vertical wind shear, typhoon’s structure is destroyed. Meanwhile, the corresponding convergence and upward motions are weakened at low levels. Coupled with the strong cold air advection by the westerly trough, all these adverse factors lead to the “Bolaven” weakened.

## Keywords

Typhoon “Bolaven”, Moving Path, Typhoon Intensity

---

# 台风“布拉万”路径和强度的诊断分析

马 芳

曲阜市气象局, 山东 济宁  
Email: mafang\_09@163.com

收稿日期：2016年7月6日；录用日期：2016年7月23日；发布日期：2016年7月26日

## 摘要

利用日本气象厅的热带气旋最优路径数据和多种卫星再分析资料，本文对1215号台风“布拉万”移动路径和强度变化的主要影响因素进行了天气学诊断分析。在台风生命史内，“布拉万”呈反气旋式移动，其方向与500 hPa流场的引导气流方向基本一致，是副热带高压、西风槽及双台风共同作用的结果。在“布拉万”发展初期，高海温、弱的水平风垂直切变以及对流层中低层强烈的辐合上升运动使其逐渐达到了生命史中最大强度。随后，低海温和较强的垂直切变使台风结构遭到破坏，低层台风中心的辐合上升运动减弱。同时，“布拉万”移入西风槽，强冷空气入侵，台风逐渐减弱衰退。

## 关键词

台风“布拉万”，移动路径，台风强度

## 1. 引言

热带气旋(Tropical Cyclone)是形成在热带或副热带洋面上、具有有组织的对流和确定的气旋性地面风环流的非锋面性的天气尺度系统[1]。它常伴随着热带气旋而来的常有大风、大雨、风暴潮等灾害性天气，具有很强的破坏力[2]。对热带气旋路径、强度的变化进行研究，能够加强我们对热带气旋过程的认识，进一步明确不同系统对热带气旋的影响机制，为预报的准确性提供理论依据和现实依据。

一般情况下，广阔洋面上的热带气旋移动主要受到其外围大尺度环境流场和藤原效应的引导[3]。黄莉莉[4]通过对两个相似台风(0906 号和 0814 号)进行天气学诊断，发现 500 hPa 不断加强的西太平洋副热带高压会促使台风移动稳定且加快。Wu 等人[5]模拟研究了 0613 号台风“珊珊”与西风槽之间的相互作用，发现在特定的时间内“珊珊”的引导气流与中纬度西风槽有良好相关性。

前人的研究表明，水平垂直风切变、高低空流场配置、高空槽变化等动力条件和海表温度、水汽输送等热力条件均会影响热带气旋的发展。风速垂直切变减小，即对流层上下空气相对运动变弱，会促使凝结释放的潜热始终加热同一空气柱，从而维持了暖心结构[6]。在西北太平洋区域，Kidder 等人研究表明只有当风速垂直切变小于 12.5 m/s 时才能有利于热带气旋的加强[7]；而 Gallina 和 Velden 则认为该区域热带气旋得以发展的临界切变值为 9~10 m/s [8]。使用 NCEP 再分析资料，河惠卿等人分析了 0207 号台风的风场变化特征，指出台风西侧高空急流向台风中心的移动和辐散是台风迅速减弱的主要原因[9]；袁小超和谭季青分析了 0518 号台风强度的突变，指出台风高层外流气流的加强及其东侧急流的形成并与低层偏南风急流的耦合有利于台风的突然加强[10]。另外，李英等人通过对 9711 号台风的模拟研究，发现较深的高空槽携带较强的冷平流、正涡度平流及较强的高空辐散，会促进台风的维持和发展[11]。

在热力方面，热带气旋极少在 SST 低于 26.5℃ 阈值的情况下生成[12]。混合均匀的暖洋面为热带气旋的生成和对流发展提供了必要的热量，是台风能量的主要来源。另外，低空有利的水汽输送会释放大量的凝结潜热，加强了低压中心的上升运动和低层辐合，正角动量在低压内部累积，导致台风加强；相反，水汽输送的减少则会抑制凝结潜热的释放和台风内部对流的发展，导致台风衰减[6] [13] [14]。

使用多种观测分析资料，本文对 1215 号台风“布拉万”的运动和发展演变过程进行了天气学分析，以研究不同时刻影响台风“布拉万”路径及强度变化的主要因素。

## 2. 数据资料

台风移动路径为日本气象厅(Japan Meteorological Agency)的最佳路径(best track)数据,包括移动位置、中心最低气压、中心最大风速、风速大于 15.42 m/s (7 级)的最大半径及风速大于 25.7 m/s (10 级)的最大半径,时间分辨率为 6 小时。

日降水量取自 TRMM 卫星(Tropical Rainfall Measuring Mission satellite)降水数据,空间分辨率为,空间分辨率为  $0.25^{\circ} \times 0.25^{\circ}$ ,时间分辨率为 1 天。

海表温度 SST 数据为 NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration)的全球海温资料,空间分辨率为  $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ ,时间分辨率为 7 天。

其它气象数据均来自于 NCEP (the National Centers for Environment Prediction)的全球再分析资料,时间分辨率为 6 小时,水平分辨率为  $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ ,垂直方向上有 17 层(1000、925、850、700、600、500、400、300、250、200、150、100、70、50、30、20、10 hPa)。

## 3. “布拉万”概况和特点

1215 号台风“布拉万”是 2012 年第一个进入我国海域的超强台风,与 1214 号较弱台风“天秤”形成双台风,并前后经过我国东海、黄海和渤海区域,带来了严重的灾害性天气。台风“布拉万”兼具了超强台风、双台风、北向转向路径三大典型特性,情况复杂。

结合图 1 和图 2 可以观察到,2012 年 8 月 20 日 14 时,第 15 号热带风暴“布拉万”在西北太平洋(17.9, 141.3)洋面上生成,中心最大风力为 18 m/s、最低气压为 1000 hPa。“布拉万”自生成后向西北移动,强度迅速加强,至 21 日 20 时便加强为台风,中心最大风速为 33.41 m/s、最低气压为 985 hPa。25 日 20 时,进入我国东海东南部(24.3, 130.7)海域,中心最大风力达 52 m/s、最低气压为 910 hPa,达到超强台风的等级。随后,“布拉万”强度减弱,并转向西北偏北移动,于 28 日 15 时在朝鲜西南沿海登陆,台风中心最大风力 30 m/s、最低气压 970 hPa。登陆后的“布拉万”再次转向,呈东北向移动,29 日凌晨从朝鲜北部进入吉林东南部,减弱为热带风暴,14 时在黑龙江境内减弱为热带低压。此次台风过程,具有以下特点:

1) 升级、减弱迅速,强度大。在增强阶段,“布拉万”由热带风暴加强为台风,时间跨度仅仅 30 小时;在减弱阶段,“布拉万”风速在 42 小时内便下降了 4 级,由台风减弱为热带低压也仅仅 1~2 天的时间。25 日 20 时,台风发展为超强台风,中心风力最大达到 52 m/s。

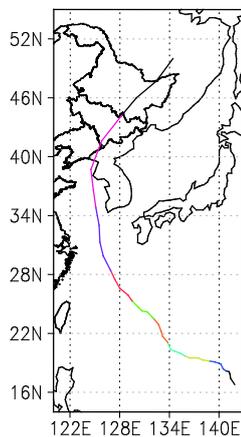
2) 尺度大,持续时间长,影响范围广。自 8 月 24 日 08 时之后,该台风七级风圈最大半径达 350 公里以上,且移动过程中台风中心经度跨度达 17 度、纬度跨度 27 度。台风自编号之日起至取消编号持续了 9 天的时间,即 8 月 20 日 14 时至 29 日 14 时。

3) 移动路径属于典型的转向路径,自西北向逐渐转折为东北向。

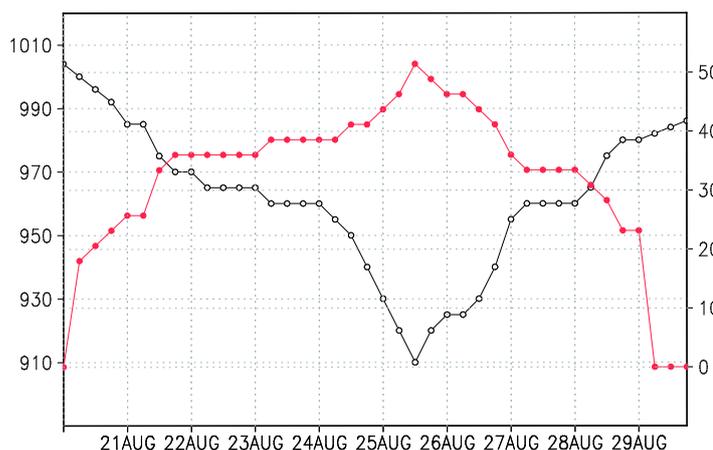
此外,台风“布拉万”登陆前后,我国山东半岛、黑龙江、吉林、辽宁均存在不同强度的局部降雨(图 3)。27 日 20 时至 28 日 08 时,山东半岛东部为中雨到大雨。28 日 08 时至 29 日 08 时,山东半岛东部地区降雨范围变大,局部暴雨;辽宁中东部、吉林中部、黑龙江中部均有大雨到暴雨,局部地区大暴雨。29 日降水范围减小,只有黑龙江中部中雨到大雨,局部小范围暴雨。

## 4. “布拉万”路径诊断分析

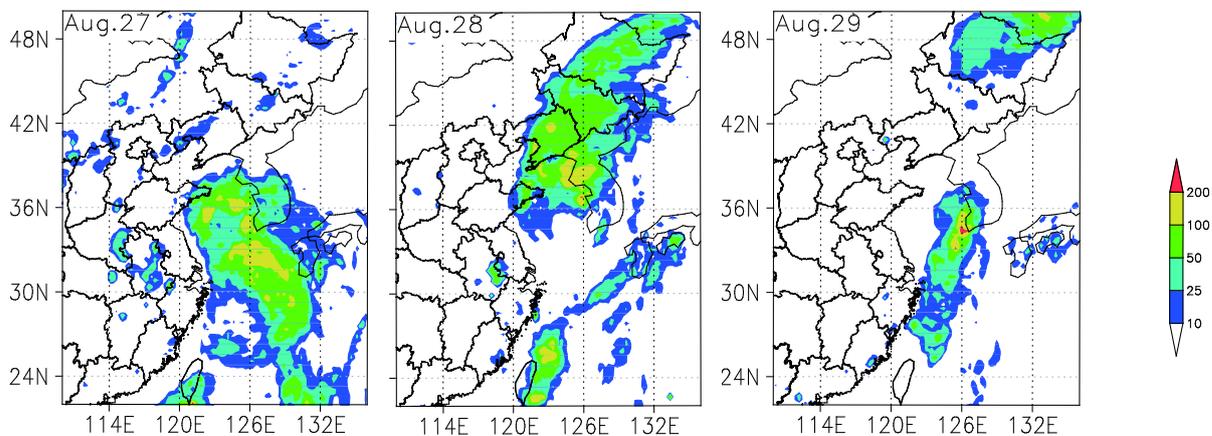
总的来说,台风“布拉万”呈反气旋式移动,由西北偏西逐步转向东北向,其变化基本稳定(图 1)。结合 500 hPa 环流场(图 4),可以将该路径分为四个阶段。第一阶段,20 日 20 时~24 日 20 时,主要受副高西南侧气流的引导。高纬长波槽稳定东移至出境,副高呈经向型且稳定西伸,其西南侧的偏东气流引



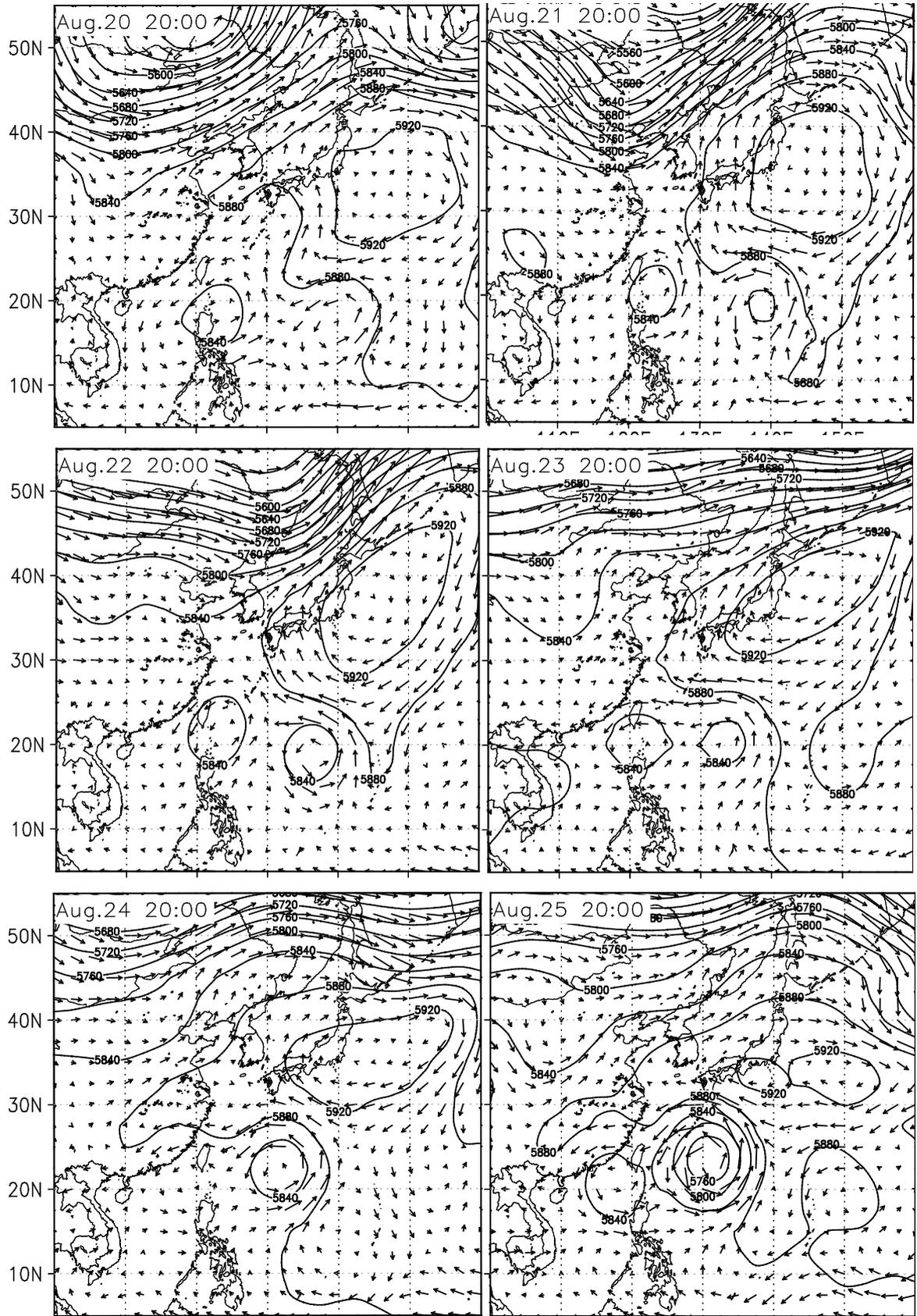
**Figure 1.** The best-track of typhoon “Bolaven” from the Japan Meteorological Agency during the period of Aug. 20-Aug. 29. Each color line denotes one day  
**图 1.** 8 月 20 日至 29 日，源自日本气象厅的台风“布拉万”最佳路径。每段彩线代表一天



**Figure 2.** The intensity variations of typhoon “Bolaven”. Black line denotes the minimum pressure (unit: hPa), red line the maximum wind speed (unit: m/s)  
**图 2.** 台风“布拉万”的强度变化。黑线代表台风中心最低压强(单位: hPa), 红线代表台风中心最大风速(单位: m/s)



**Figure 3.** Distribution of daily rainfall (unit: mm) based on the TRMM satellite observation during the period of Aug. 27-Aug. 29  
**图 3.** 基于 TRMM 卫星观测资料的 8 月 27 日至 29 日的日均降水量(单位: mm)分布



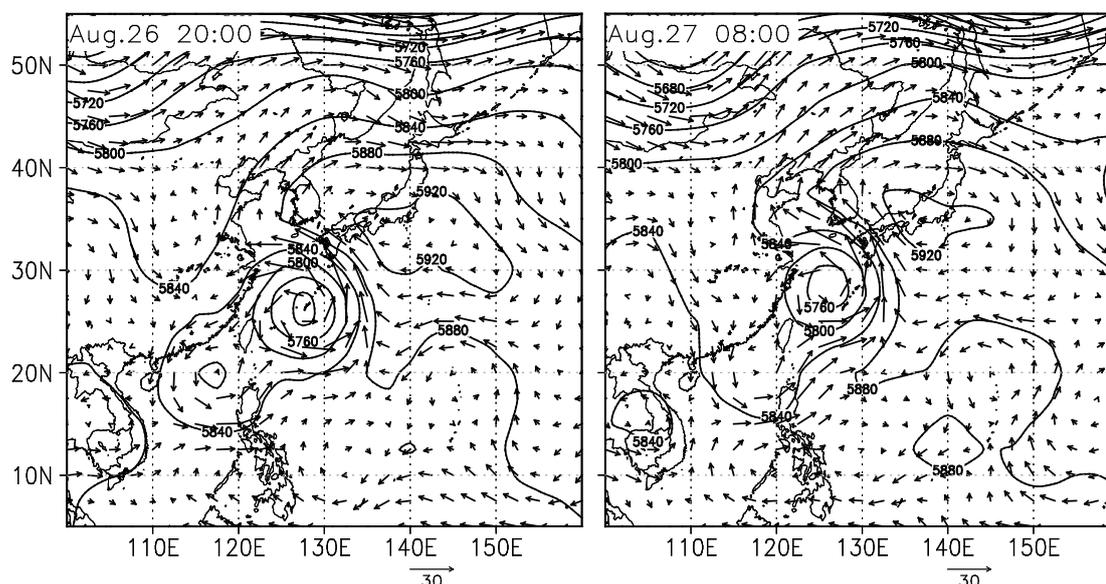


Figure 4. The 500-hPa geopotential height (unit: gpm) and wind speed (unit: m/s) fields from Aug. 20 to Aug. 29. Some maps have been ignored

图 4. 8 月 20 日~29 日 500 hPa 高度场(单位: gpm)和 wind 场分布(单位: m/s)。部分图略

导“布拉万”西北偏西向运动；第二阶段，25 日 20 时~26 日 20 时，受副高和双台风的共同作用。35 处的南支槽东移南压，促使副高逐渐东退。同时，“布拉万”与西侧的“天秤”的外围环流连接，两者之间气旋式旋转，“布拉万”西北向移动；第三阶段，27 日 08 时~28 日 08 时，主要受西风槽和副高的引导。台风“布拉万”从副热带高压的西南边缘绕过高压脊线进入西风带，初始时处于横槽内，横槽逐渐转竖，在槽前气流的引导下“布拉万”逐渐转为西北偏北向运动；第四阶段，28 日 20 时~29 日 20 时，台风登陆前后，西风槽作用明显。“天秤”移出西风带，“布拉万”处的横槽转竖，引导气流变为西南向，“布拉万”转向北偏东登陆。

27 日之前，中纬西风槽稳定东移南压、副高位置偏东北，“布拉万”位于西风槽前、副高的西南侧，加上双台风之间的相互吸引，台风移动缓慢。随后，台风处于东高西低的形势，双台风作用减弱消失，台风加速北上。至 28 日夜间，台风彻底进入西风带，横槽转竖，转而东北加速。

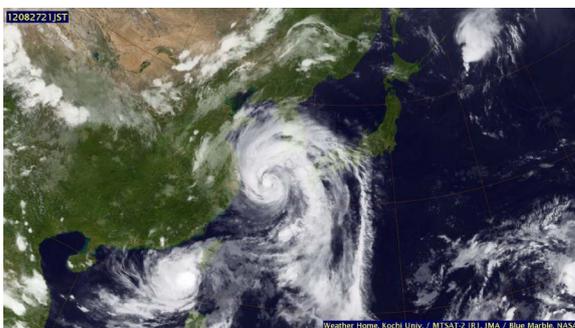
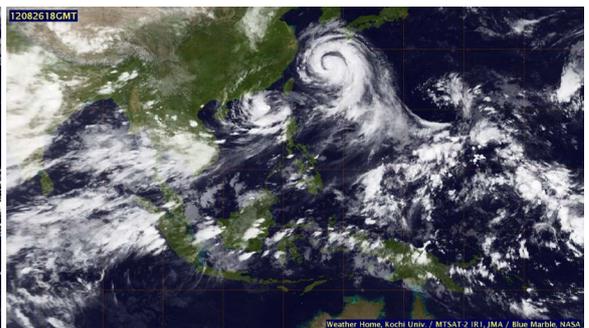
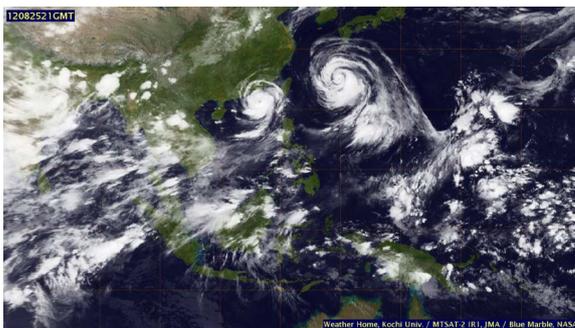
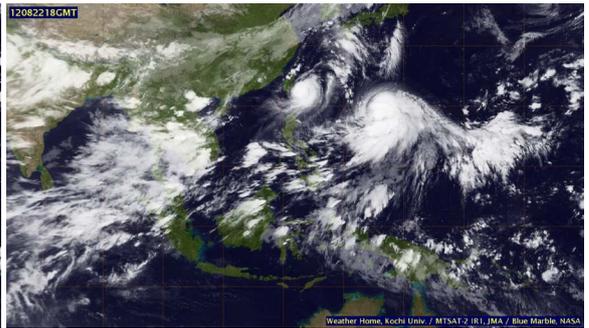
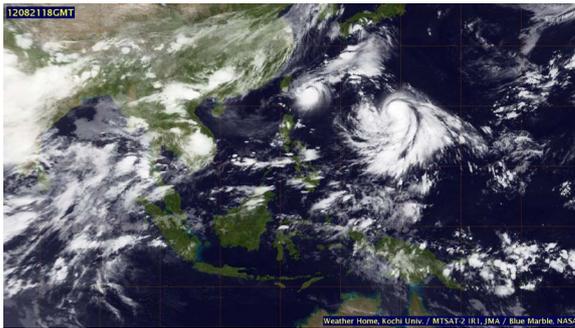
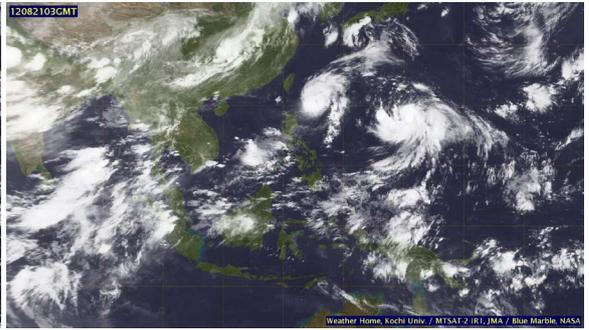
值得注意的是，双台风运动是“藤原效应”和环境场引导气流共同作用的结果。在此次双台风期间，台风“布拉万”的移动路径并没有产生突变，仍近副高移动。由于“布拉万”相对较强，在互旋的过程中起了主导作用，受互旋作用相对较小，而台风“天秤”受藤原效应的影响显著。该发现与朱智慧等人 [15] 的研究一致。

## 5. “布拉万”发展演变过程

对于台风“布拉万”的发展演变，徐杰等人 [16] 曾简要分析了其经过东海(尤其是近上海)区域时的结构变化及对上海的影响，主要是 26 日和 27 日的台风变化。基于前人并没有较全面地分析整个台风过程，本文拟从卫星云图、海温、水平风垂直切变、高低空配置及冷空气入侵等方面更加全面地分析整个台风演变过程。

### 5.1. 卫星云图特征

纵观整个时期的卫星云图(图 5)，20 日 06UTC 热带风暴“布拉万”强度较弱，其西侧伴随着台风“天秤”，螺旋云带结构不明显。云带的南部延伸较长，赤道辐合带的能量向风暴中心输送；其北部延伸不



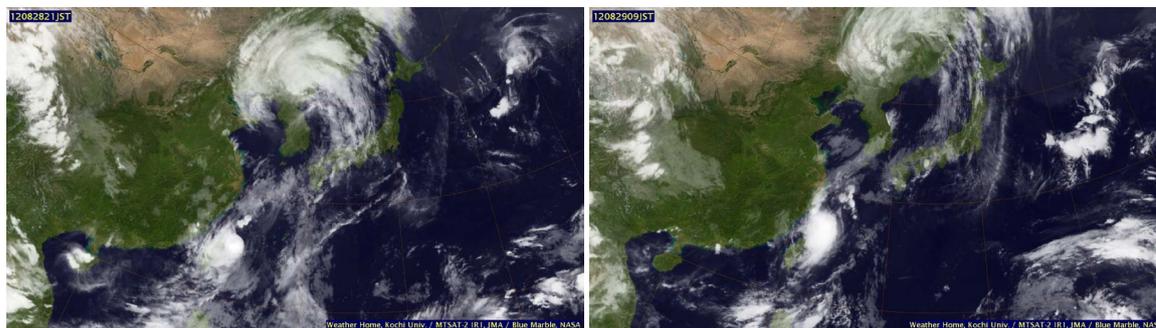


Figure 5. Satellite cloud images from NASS during the period of Aug. 20-Aug. 29

图 5. 8 月 20 日至 29 日 NASA 卫星云图

明显, 因为台风以北是副高的南沿, 东风气流较强(图 4)。台风生成时长轴近于南北向, 随着台风的加强南北向的形势逐渐解体, 东西向、南北向发展趋于均匀。

21 日 03UTC 时, 开始出现气旋性结构, 18UTC 时形成一个完整的气旋性结构, 东北侧已经有卷入的悬臂, 台风结构正在发展中。21 日到 24 日, 台风“布拉万”结构不断增大, 四周悬臂也逐渐清晰, 并且拥有稳定的 CDO (即热带气旋中心稠密云区), 至 24 日 06UTC 时“布拉万”云团中心出现了较模糊的风眼且越来越清晰。到 25 日 09UTC 时, 台风达到最大强度, 中心眼非常明显, 且周围云墙很密很白, 表明云墙中的积云发展到了最强阶段, 环绕密闭云区的是台风的外围螺旋雨带, 云区的四周出现向外辐散的卷云羽。随后, 南部的螺旋云带逐渐与赤道辐合带断开, 切断了水汽来源, 强度不能再增加。26 日 18UTC 时, 台风眼消失, 台风结构也开始松散。

27 日夜间, 副高脊线西侧与西风槽东侧之间形成了较强的偏北气流, 台风在偏北气流的引导下加速向北移动, 登陆趋势已很明显(图 4)。由于副高西部边缘和低槽东部边缘有较强的南风气流, 台风云系将又一次变成南北伸展形势, 但此时云带向北的伸展要远远大于向南的伸展。台风眼和云墙模糊, 台风外围云系也很松散, 存在无云或少云区, 台风强度明显减弱。15 时, “布拉万”在朝鲜西南沿海登陆且继续向北移动, 台风强度不断减弱, 北部云带更加向北伸展, 台风中心及南部仅剩一些松散的中低云。

## 5.2. 海温情况

为了考察“布拉万”与海表温度 SST 的关系, 绘制了“布拉万”生命周期内平均海温(图 6)。结合“布拉万”移动路径可以看到, 台风在大于  $28.5^{\circ}\text{C}$  的洋面上生成, 高海温加强了热量和水汽的向上输送, 促进了积云发展, 积云对流释放出的凝结潜热促进了台风的生成和发展。另外, “布拉万”大致沿温度槽线向低海温区域运动, 27 日之前均在海温大于  $27.5^{\circ}\text{C}$  的洋面上活动, 热带低压逐渐加强为超强台风; 之后, 其活动区域的海温从  $27.5^{\circ}\text{C}$  逐渐降低到  $24^{\circ}\text{C}$ , 台风也逐渐减弱。

## 5.3. 水平风垂直切变

此处, 取 200 hPa 与 850 hPa 两层高度的风速差作为水平风垂直切变(图 7)。20 日 20 时, “布拉万”周围垂直风切变小于  $6\text{ m/s}$ , 热带风暴迅速增强。26 日之前, 台风“布拉万”始终处于垂直风切变小于  $8\text{ m/s}$  的弱切变区, 对流层的弱垂直切变使上下层空气相对运动变小, 这样由凝结释放的潜热能够始终加热同一空气柱, 台风暖心结构加强并维持。此阶段“布拉万”由热带风暴加强为超台风, 并在 25 日 20 时达到生命史最大强度。26 日凌晨“布拉万”和“天秤”的弱切变区域被切断, 台风处于很小区域的弱切变中将减弱。台风处于  $10\text{ m/s}$  垂直切变边缘, 并逐渐进入强切变区, 通风明显, 导致积云释放的凝结潜热迅速的离开扰动区上空向四周平流出去, 热量不能在对流层中上层集中, 不利于热带气旋的发展, 强

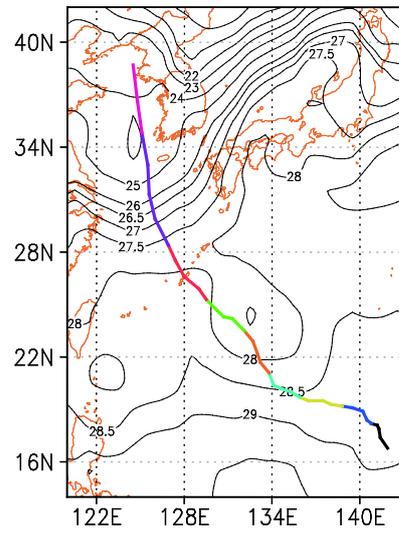
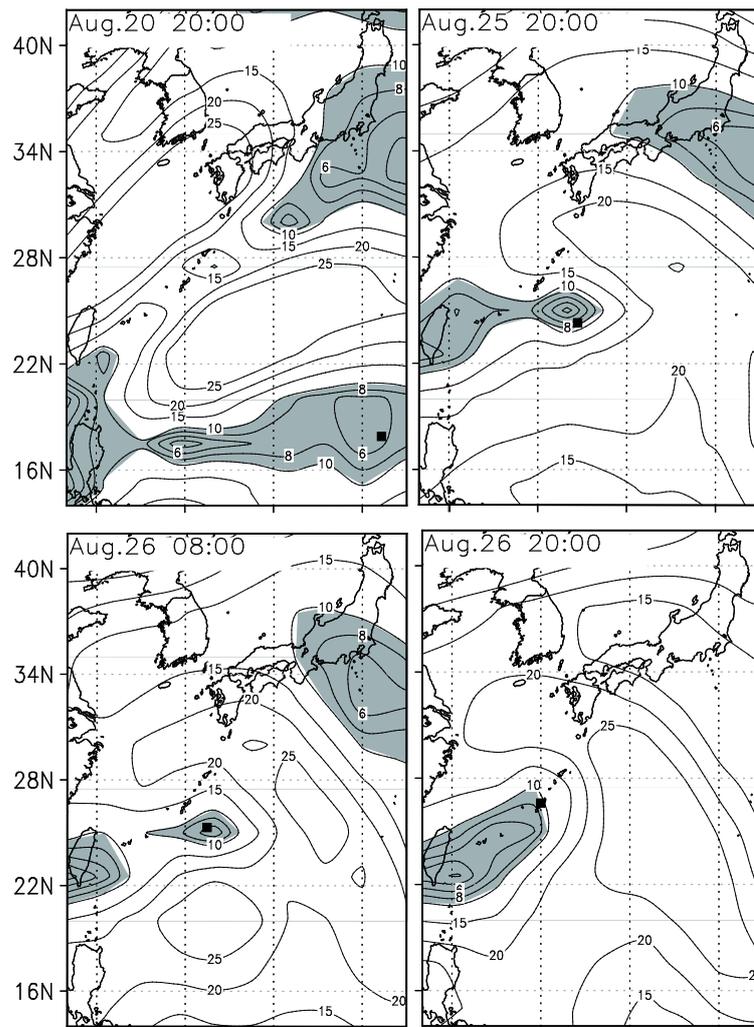
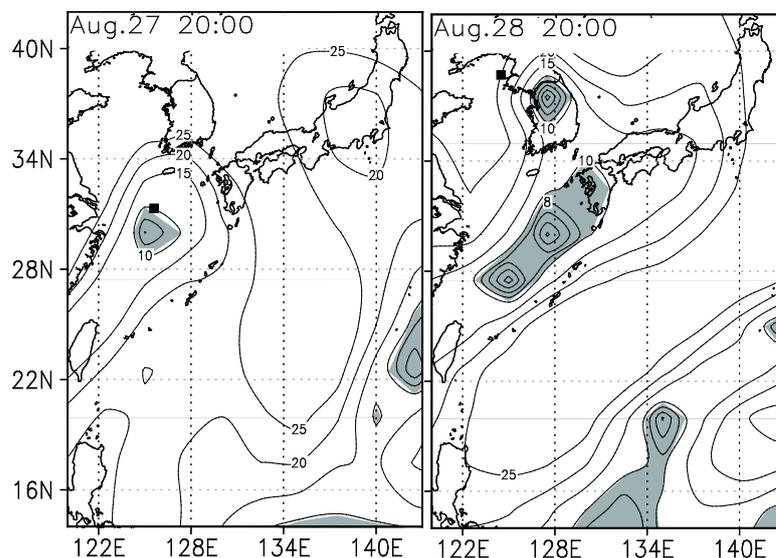


Figure 6. Mean SST (black line, unit: °C) averaged in the lifetime of typhoon “Bolaven”, and the typhoon track (color line). Each color line denotes one day

图 6. 台风“布拉万”生命周期内的平均海表温度(黑线, 单位: °C)和路径(彩线)。每段彩线代表一天





**Figure 7.** Vertical shear of the horizontal wind, which is defined as the deviation of wind speeds between the 200 hPa and 850 hPa isobaric surfaces. The shadow denotes the weak shear area smaller than 10 m/s. Some maps have been ignored  
**图 7.** 水平风垂直切变(阴影部分为小于 10 m/s 的弱切变区), 部分图略。此处, 以 200 hPa 与 850 hPa 等压面的风速差作为水平风垂直切变

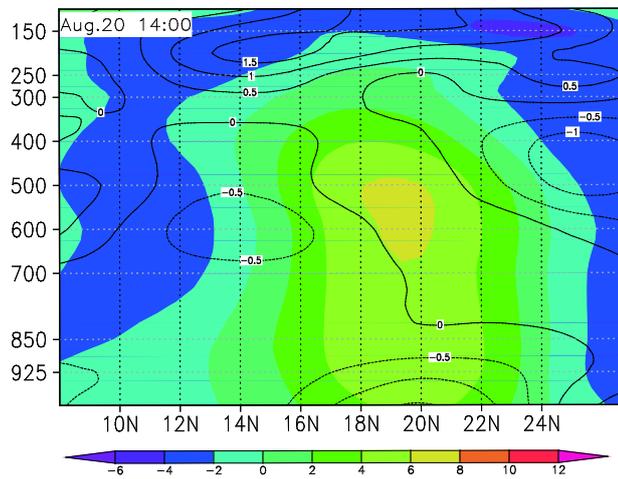
度减弱。从 500 hPa 流场(图 4)中我们也可以看到, 26 日之后西风槽逐渐东移南压, 台风向西北运动不断接近西风槽, 而槽区有较强的水平风垂直切变。

#### 5.4. 高低空配置

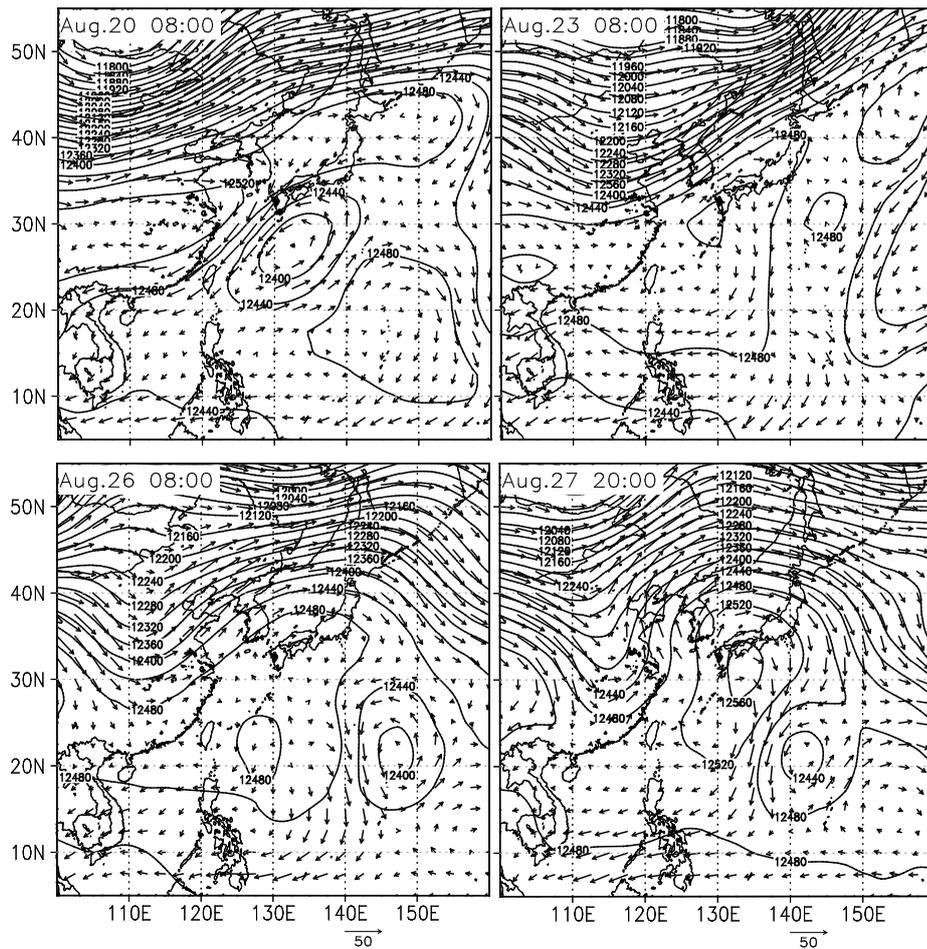
对流层低层的辐合有利于气流向台风中心流入, 高层辐散有利于气流从台风中心流出, 能够增强台风抽吸作用, 促使台风内部的上升运动, 降低台风中心气压, 从而促进台风强度的增加。如图 8 所示, 20 日 14 时, 热带风暴“布拉万”位于(141.4°E, 17.4°N)区域, 该区域低层辐合, 空气气旋式旋转流入台风中, 产生上升运动。上升运动在水平方向上自台风中心向外逐渐减小, 上升气流的水平分布不完全对称, 在靠近副高一侧, 强度较强。同时, 其高空区域辐散, 空气从台风顶部向外流出, 在远离中心一定距离后出现下沉运动。另一方面, 从各个层次涡度高低值中心的位置来看, “布拉万”在垂直结构上倾斜较小, 这种垂直的结构配合高层辐散低层辐合有利于台风的发展。结合高海温和弱水平风垂直切变等有利因素的影响, 台风开始加强。

**低层流场:** 台风自身的气旋性环流结构是造成其低层流场呈现正涡度的主导因子, 台风中心正涡度与台风自身的发展是正反馈机制。20 日~25 日, 台风加强促使其低层气旋性环流增强, 中心正涡度增大, 周围气流向中心辐合越多, 进而造成低层水汽强烈辐合上升, 积云对流释放凝结潜热, 促进台风强度的加强。如此周而复始, 台风逐渐加强至最大。25 日之后, 从卫星云图(图 5)上可以看到, 南部的螺旋云带逐渐与赤道辐合带断开, 切断了水汽来源, 强度不能再增加。台风周围海表温度降低、水平风垂直切变增大等不利因素迫使台风减弱。随着台风强度的减弱, 低层流场气旋性环流减弱, 其中心正涡度值减小, 周围气体辐合进入中心的总量减少, 中心气体的抬升作用也会减弱, 台风强度也随之减弱。如此周而复始, 台风逐渐减弱。

**高层流场:** 21 日 20 时~25 日 20 时, 200 hPa 散度场和流场分布显示(图 9), 20 日 08 时台风中心位于辐散区, 台风的西北侧有一个高压, 高压逐渐东移北伸。随着高压的加强和台风的西北移动, 台风被合并入高压的辐散气流中, 从而使台风辐散场强度不断加强。同时由于台风自身的加强, 台风内部的抽



**Figure 8.** Vertical distribution of the meridional divergence (contour; unit:  $10\text{ s}^{-1}$ ) and vorticity (shading; unit:  $10\text{ s}^{-1}$ ) fields in the center of typhoon “Bolaven” at the time 14:00 Aug. 20. Vertical coordinate denotes the isobaric surface (unit: hPa)  
**图 8.** 8 月 20 日 14 时, 沿台风中心径向散度场(等值线, 单位:  $10\text{ s}^{-1}$ )和涡场(填图, 单位:  $10\text{ s}^{-1}$ )的垂直分布。纵坐标表示等压面(单位: hPa)



**Figure 9.** The 200-hPa geopotential height (unit: gpm) and wind speed (unit: m/s) fields from Aug. 20 to Aug. 29. Some maps have been ignored  
**图 9.** 8 月 20 日至 29 日, 200 hPa 高度场(单位: gpm)和风场(单位: m/s)分布。部分图略

吸作用较强,导致高层有强的辐散特征。高空西风槽控制我国华北地区,槽前有一直明显的西南气流,但由于此时高压位于槽的南部,槽距离台风较远,槽前的正涡度平流通过对高压的控制间接影响台风。随着西风槽加深南压,26日08时台风接近西风槽,位于槽前,槽前的正涡度平流及西南气流均有利于台风辐散的维持,同时台风东侧的气旋性环流促进了其向南流出的气流。随着台风西北移动,西风槽对台风气流流出的作用明显。从此可以看来,在台风衰亡的过程中,高层的辐散并没有大幅减弱,但考虑到槽区的垂直风切变很大,此时台风应还是减弱的。

综合对流层高低空流场的情况来看:20日20时,台风中心低层为较强的辐合上升区,而高层副高的存在有利于台风中心气流向外流出,高层辐合低层辐散的配置促使台风强度的加强;21日~25日,台风中心低层辐合和高层辐散的维持与增加,有利于台风强度的维持与发展;随后,台风中心低层正涡度减小,辐合减弱,结合槽区的强垂直风切变和台风周围的低海温,台风减弱。

### 5.5. 冷空气入侵

弱冷空气的入侵有利于台风强度增强,一方面中层冷空气侵入与低层暖空气结合有利于对流的发展,另一方面冷空气入侵能激发台风内部暖湿空气能量的释放,加剧内部斜压不稳定,导致台风云系发展。从500 hPa流场(图4)上来看,我国华北地区始终受西风带控制,西风带东移南压。随着系统的东移,西风带上始终有小槽存在,扰动不断带来冷空气控制华北地区。在“布拉万”发展加强阶段,距离西风槽较远,西风扰动带来的弱冷空气对台风的影响较小。相反地,西太副高的扰动会在台风的东北侧产生弱冷平流,促使台风副高侧的对流运动加强。从地面图上也可以看到台风东北侧气压梯度力增大,“布拉万”的气旋性环流加强。

但如果进入台风的冷空气太强,或是冷空气入侵已经减弱的台风中心,则会破坏台风的暖心结构,削弱台风强度。从26日08时开始,华北地区的小槽迅速加深,“布拉万”北移位于低槽东侧、副高西南侧。27日20时,台风从副热带高压的西南边缘绕过高压脊线进入槽内,冷空气大量进入台风内部,台风暖心结构遭到破坏,促使台风减弱。

## 6. 总结与讨论

1215号台风“布拉万”为2012年第一个进入我国海域的超强台风,与1214号较弱台风形成了双台风。“布拉万”强度大,升级、减弱迅速,且路径复杂(呈反气旋式移动),先后经过了我国的东海、黄海和渤海,登陆前后造成了我国东北部大规模的强降水,持续时间长、影响范围广。此次台风过程兼具双台风、超强台风、北向转向路径三大特点,具有一定的典型性。

前人[16]只是简要分析了台风经过东海(尤其是近上海)区域时的结构变化及对上海的影响,并没有较全面地分析整个台风过程。因此,本文通过对500 hPa引导气流、卫星云图、海表温度、水平风垂直切变、高低空配置及冷空气入侵的诊断分析,更加全面地揭示了在不同时期影响台风“布拉万”路径和强度的主要因素。具体结果如下:

1) “布拉万”路径为一个转向路径,是500 hPa西太平洋副热带高压、双台风“藤原效应”和西风槽共同作用的结果。“布拉万”8月27日之前,中纬西风槽稳定东移南压、副高位置偏东北,“布拉万”位于西风槽前、副高的西南侧,加上双台风之间的相互吸引,台风缓慢地反气旋式转向;随后,台风处于(500 hPa高度场)东高西低的形势中,且双台风作用消减,台风移速加快,转而北上;至28日20时,台风“横槽转竖”,引导气流变为西南向,“布拉万”北偏东移动。

2) 在台风运动到较高纬度时,随着中纬度西风槽的加强南压,台风与槽底距离接近,西风槽的影响变得显著;即使当台风位于低纬度,西风槽也会通过影响副高的变化来对台风起作用。

3) 高海温、充足的水气供应、弱的环境垂直切变、低层强辐合高空强辐散的配置以及弱冷空气的入侵都会对台风“布拉万”的加强起到促进作用；反之，会抑制“布拉万”的发展。

除此之外，本文只是对台风“布拉万”进行了天气学方面的诊断分析，并没有使用数值模拟或统计的方法进一步探讨各影响因素与台风变化的相关性。而且分析中发现环境场中各因素的变化有时并没有对台风的变化产生正作用。未来可以利用数值模拟的方法进一步验证不同系统对台风路径、强度以及降水的影响，或者使用分部涡反演的方法定量分析各个系统对台风路径、强度和降水的影响，更加全面地对台风进行诊断分析。

## 参考文献 (References)

- [1] 陈联寿, 丁一汇. 西太平洋台风概论[M]. 北京: 科学出版社, 1979: 491.
- [2] 包澄澜. 热带天气学[M]. 北京: 科学出版社, 1980: 269.
- [3] Holland, G.J. (1983) Tropical Cyclone Motion: Environmental Interaction plus a Beta Effect. *Journal of the Atmospheric Sciences*, **40**, 328-342. [http://dx.doi.org/10.1175/1520-0469\(1983\)040<0328:TCMEIP>2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1175/1520-0469(1983)040<0328:TCMEIP>2.0.CO;2)
- [4] 黄莉莉, 等. 两个移速快、强度强、路径相似的台风过程分析[J]. 广东气象, 2010, 32(5): 5-7.
- [5] Wu, C.C., Chen, S.G., Chen, J.H., Chou, K.H. and Lin, P.H. (2008) Interaction of Typhoon Shanshan (2006) with the Midlatitude Trough from Both Adjoint-Derived Sensitivity Steering Vector and Potential Vorticity Perspectives. *Monthly Weather Review*, **137**, 852-862. <http://dx.doi.org/10.1175/2008MWR2585.1>
- [6] 朱乾根, 林锦瑞, 寿邵文, 等. 天气学原理和方法[M]. 北京: 气象出版社, 1992: 649.
- [7] Kidder, S.Q., Goldberg, M.D., Zehr, R.M., et al. (2000) Satellite Analysis of Tropical Cyclones Using the Advanced Microwave Sounding Unit (AMSU). *Bulletin of the American Meteorological Society*, **81**, 1241-1259. [http://dx.doi.org/10.1175/1520-0477\(2000\)081<1241:SAOTCU>2.3.CO;2](http://dx.doi.org/10.1175/1520-0477(2000)081<1241:SAOTCU>2.3.CO;2)
- [8] Gallina, G.M. and Velden, C.S. (2002) Environmental Vertical Wind Shear and Tropical Cyclone Intensity Change Utilizing Enhanced Satellite Derived Wind Information. *Atlantic*, **58**, 12.
- [9] 河惠卿, 王振会, 金正润. 不对称环流对台风强度变化的影响[J]. 热带气象学报, 2008, 24(3): 249-253.
- [10] 袁小超, 谭季青. “达维”台风强度突变的诊断分析[J]. 科技通报, 2011, 27(4): 389-502.
- [11] 李英, 陈联寿, 雷小途. 高空槽对 9711 号台风变性加强影响的数值研究[J]. 气象学报, 2006, 64(5): 552-562.
- [12] Gary, W.M. (1968) Global View of the Origin of Tropical Disturbances and Storms. *Monthly Weather Review*, **96**, 669-700. [http://dx.doi.org/10.1175/1520-0493\(1968\)096<0669:GVOTOO>2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1175/1520-0493(1968)096<0669:GVOTOO>2.0.CO;2)
- [13] 丁一汇, 刘月贞. 7507 号台风中水汽收支的研究[J]. 海洋学报(中文版), 1986, 8(3): 291-301.
- [14] 谭锐志, 梁必骥. 登陆台风衰减与变性过程的对比研究[J]. 中山大学学报(自然科学版), 1989, 28(4): 15-21.
- [15] 朱智慧, 黄宁立, 问晓梅. 双台风“天秤”和“布拉万”相互作用诊断分析[J]. 气象科技, 2015, 43(3): 506-511.
- [16] 徐杰, 过霁冰, 黄宁立. 1215 号台风“布拉万”的强度和路径变化诊断分析[J]. 自然灾害学报, 2013, 22(6): 203-209.

### 期刊投稿者将享受如下服务:

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>