

The Intensity Change of Typhoon “Tembin” (2012) and Its Impact on Sea Surface Temperature

Shanshan Liu¹, Qiuyang Li^{1,2}, Liang Sun¹

¹School of Earth and Space Sciences, University of Science and Technology of China, Hefei Anhui

²China Satellite Maritime Tracking and Controlling Department, Jiangyin Jiangsu

Email: ssl157@mail.ustc.edu.cn

Received: Oct. 7th, 2017; accepted: Oct. 19th, 2017; published: Oct. 27th, 2017

Abstract

Typhoon “Tembin” (2012) had a protean intensity change. By using multiple observational data, the preliminary factors are identified which have influence on the typhoon intensity changes. And typhoon's impact on the sea surface temperature (SST) is also analyzed. During the intensity change stages, the intensifications of typhoon were associated with the high sea surface temperature, weak vertical shear, strong moisture convergence and heavy rainfall. In contrast, the depressions of typhoon were associated with the low sea surface temperature, strong vertical shear, weak moisture convergence, heavy rainfall and drag effect by Taiwan Island. Besides, the vicinal typhoon “Bolaven” absorbed the mass of water vapor from “Tembin”, which in turn weakened the Typhoon Tembin. Furthermore, the change of environmental vertical wind shear is always leading to the change of typhoon's intensity, so it may be a precursor of typhoon's intensity change. Finally, there was significant SST cooling on the track after Tembin's passage, especially when its moving speed was very slow.

Keywords

Tembin, Intensity, SST, Environment Vertical Wind Shear

2012年台风“天秤”强度变化及对海表温度的影响

刘珊珊¹, 李秋阳^{1,2}, 孙亮¹

文章引用: 刘珊珊, 李秋阳, 孙亮. 2012年台风“天秤”强度变化及对海表温度的影响[J]. 海洋科学前沿, 2017, 4(3): 88-95. DOI: 10.12677/ams.2017.43013

¹中国科学技术大学地球和空间科学学院, 安徽 合肥

²中国卫星海上测控部, 江苏 江阴

Email: ssl157@mail.ustc.edu.cn

收稿日期: 2017年10月7日; 录用日期: 2017年10月19日; 发布日期: 2017年10月27日

摘要

2012年强台风“天秤”的强度出现了“三起三落”的变化。在此过程中, 既有高海温、弱垂直切变、强水汽辐合和强降水等有利于台风增强的因素作用, 也有低海温、强垂直切变、弱水汽辐合和弱降水、陆地影响等抑制台风强度的因素发生; 台风强度变化则依赖其中的主导因素。同时, 另一个台风“布拉万”对水汽的争夺也影响了“天秤”强度。分析表明: 环境风垂直切变大小的变化总是超前(6~12小时)于台风强度的改变, 因此它对台风的强弱有一定的预示作用; 当“天秤”缓慢移动时候, 其路径后产生了海表温度显著下降的现象。

关键词

“天秤”, 强度, 海表温度, 环境风垂直切变

Copyright © 2017 by authors 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

1. 引言

台风的准确预报对于提高我国防灾减灾能力具有重要意义。目前在业务上, 对台风路径的预报已经取得了显著的进步, 然而对台风强度的预报进展缓慢, 且对台风强度突变的预报能力非常欠缺[1] [2]。另一方面, 对台风强度及其变化机理的理论研究, 也一直是台风研究中的难点问题, 迄今为止进展有限[3]。引起台风强度变化的原因有很多, 其中主要的有三个方面: 1) 海表温度的影响, 直接决定水汽的来源; 2) 大尺度环境流场是否有利[4], 比如风垂直切变的大小; 3) 地形影响, 主要是陆地和大面积岛屿使得台风减弱。其中, 海表温度是最基本的因素, 并且容易受到台风的影响而导致温度降低。由于不同台风所遇到的环境条件不同, 所以台风的强度变化特征也不同。但是, 根据统计, 强度迅速变化的台风个例不到 10%, 而经历多次加强 - 减弱 - 再加强的复杂过程的台风更是少见[1]。

2012 年 8 月下旬台风“天秤”生成于西北太平洋面上, 并受到另外一个台风“布拉万”的影响 [5]。“天秤”路径怪异, 一波三折: 于台湾登陆后在南海北部出现逆时针打转, 此后从南海穿出过吕宋海峡北上[6]。不仅如此, “天秤”在其生命史中, 强度复杂多变。既出现了爆发性增强, 也出现了强度的“三起三落”变化, 甚至在靠近台湾岛时候还出现了增强的异常现象 [7]。同时, “天秤”长时间在海上运动, 不仅从海洋吸收了大量的热量, 也对上层海洋温度产生了显著的影响[8] [9]。因此, 对“天秤”的强度变化分析对于研究台风强度变化及对海洋温度变化具有重要的参考价值。

本文利用上海台风所和联合预警中心(JTWC)的路径强度资料, 以及 NCEP 再分析天气资料对“天秤”在“布拉万”影响下的强度变化进行了分析, 这些结果将为今后预报西北太平洋台风强度和分析海洋环境变化提供参考。

2. 资料和方法

2.1. 资料和数据

本文使用的台风路径资料是由中国国家气象局上海台风所(CMA-STI)提供的逐日四次(00:00、06:00、12:00、18:00 世界时四个时刻,下同)的最佳路径数据 [10]。每个路径文件包括,台风中心位置、中心气压、2 分钟平均近中心最大风速。而台风的最大风速和最大风圈半径资料是由联合台风预警中心(JTWC)提供的逐日四次的最佳路径数据。

本文使用的再分析数据是美国国家环境预报中心(NCEP, National Centers for Environmental Prediction)的气候预报系统逐 6h 第二版产品(Climat Forecast System Version 2 (CFSv2)6-hourly Products)。该产品包含了全球每天四个时次,4 个等压面上(1000 hPa、850 hPa、500 hPa、200 hPa),位势高度、气温、相对湿度、纬向风速、经向风速信息,空间分辨率是 $0.5^\circ \times 0.5^\circ$ 。本文使用了 2012 年 8 月 19 日至 8 月 30 日时段的数据对台风期间的天气形势进行了相关分析。

本文也使用了新一代全球高分辨率(9 公里 \times 9 公里)的逐日海表温度资料对海洋环境的变化进行分析。数据由 TMI, AMSR-E, WindSAT, Terra MODIS, Aqua MODIS 这些仪器融合得到。此外,降水所用资料是美国国家海洋和大气管理局(NOAA, National Oceanic and Atmospheric Administration)提供的 TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission)卫星逐日资料,数据来源于每三小时观测值产品的累加,空间分辨率为 0.25° 。

2.2. 台风情况

台风“天秤”和“布拉万”都是起源于西北太平洋面上的热带低压,其路径如图 1(a)所示。在菲律宾东北方向形成的热带低压于 2012 年 8 月 19 日加强为台风“天秤”,其中心位于西北太平洋面上 18.0°N , 124.8°E ,中心附近最大风力 12 级(33 米/秒),最低气压 975 hPa。中央气象局于 8 月 20 日 02 时(世界时,下同),将其升级为中度台风,06 时升为强台风;之后以 10 km/h 左右的速度向偏北方向移动。受中心位于日本附近强大的副热带高压的影响,“天秤”21 日逐渐转向西北方向移动,向台湾东部沿海靠近,受海表温度的影响,强度减弱;23 日 01 时,“天秤”升为强台风,以后逐渐转向偏西方向移动;24 日在台湾登陆,受陆地影响强度降低,之后转向西南,出现逆时针打转路径;重回海洋后,由于“布拉万”水汽的争夺作用,25 日 00 时“天秤”降为强热带风暴,而在 13 时由于受到滨海高温区的影响升为台风,在 25 日 17 时又升为中度台风。之后“天秤”以每小时 15~20 公里的速度向东北偏北方向移动,沿台湾东部近海北上,强度先维持后缓慢减弱。在其整个生命史中,“天秤”强度变化复杂、出现了“三起三落”,甚至在登陆前出现异常增强的现象。在此期间,“布拉万”紧随“天秤”之后于 21 日由热带低压加强为台风后先向西北偏西方向移动,24 日加强为强台风后转向西北,25 日升为超强台风,29 日减弱停止编号[5]。

2.3. 垂直切变

本文中的垂直切变是指 200 hPa 和 850 hPa 两气压层之间的平均风矢量差[3]。令

$$\Delta U = \bar{u}_{200} - \bar{u}_{850}, \Delta V = \bar{v}_{200} - \bar{v}_{850}$$

$$\omega_s = \left[(\Delta U)^2 + (\Delta V)^2 \right]^{1/2}$$

单位为 m/s。因此,在具体计算切变值 ω_s 过程中,以每个时次台风的中心位置为中心点,计算台风中心周围 $10^\circ \times 10^\circ$ 范围内 200 hPa 和 850 hPa 之间的平均风矢。

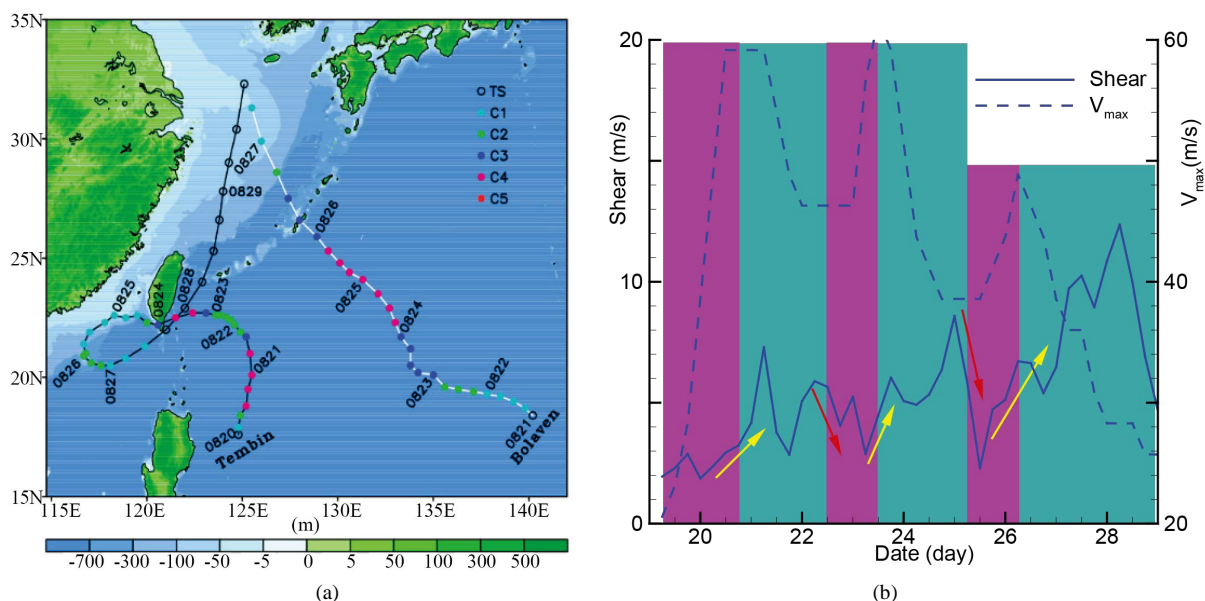


Figure 1. (a) Track of “Tembin” and “Bolaven”, (b) the change of central pressure and environment vertical wind shear of “Tembin”

图 1. (a) 台风“天秤”和“布拉万”的路径图, (b) “天秤”中心气压和环境风垂直切变随时间的变化

3. 天秤强度变化过程及原因

3.1. “天秤”生成时的快速增强与衰弱

台风“天秤”第一次增强与减弱过程是从 18 日到 22 日。如图 1(b)所示, 台风生成后迅速增强, 30 h 内最大风速从 15 m/s 增大到 39 m/s, 在 20 日 06 时增强到强台风, 至 20 日 12 时到达其最大强度, 风速 59 m/s, 中心气压 937 hPa, 从 21 日 06 时开始衰减, 至 22 日 12 时最大风速维持为 46 m/s。

在台风第一次快速增强过程中, 几种有利的环境因素共同作用。首先, 从 19 日开始(图 1(b)), 台风上下层之间的环境风垂直切变非常弱(2~3 m/s), 有利于台风的发展增强[11] [12]。其次, 海面原来存在大量的水汽(图 2(a)), 通过垂直运动将下层水汽向上输送, 产生了大量降水并释放出凝结潜热(图 3(a)), 为台风提供了大量的能量, 使得台风迅速增强。再次, 洋面温度虽然不是很高(图 4(a)), 但是台风所经过的大部分洋面始终维持在 28℃ 以上, 这有利于向台风持续提供水汽。

之后的 21 日到 22 日, 台风开始转向西北至西行。此时, 出现了几个不利于台风强度维持的因素。首先是海洋环境发生了变化。从图 4(b)中可以看出, 在台风即将经过的区域(即 19°~21°N, 124°~126°E) 温度大部分都在 28℃ 以下, 为“较冷水区”, 台风可吸收的热量受到限制。与此同时, 图 1(b)中台风的环境风垂直切变逐渐增强(3~7 m/s), 对台风强度的维持产生不利影响。此外, 受水汽输送不足的影响(图 2(b)), 从而使得台风降水也比先前要小(图 3(b)), 为台风提供的能量也要少。在上述因素的共同作用下, 台风强度有所减弱。

3.2. “天秤”登陆前异常增强

台风“天秤”第二次增强与减弱过程是从 23 日到 24 日。台风强度先增大后减小, 在 23 日 12 时增到最大强度, 风速达到 61 m/s, 之后开始衰减。一般情况下, 当台风接近沿海即将登陆时, 由于地面摩擦作用增大, 同时水汽来源减少, 台风强度将减弱[1]。“天秤”却不同, 在接近我国台湾时其强度出现异常增强。

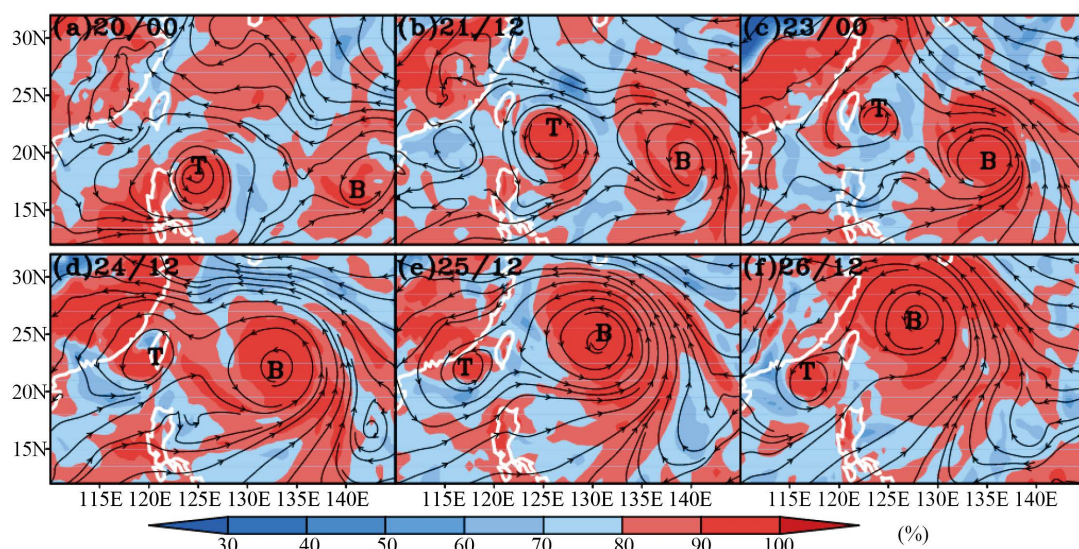


Figure 2. The changes of atmospheric water vapor at 850 hPa layer around “Tembin”. The filled parts indicate relative humidity, and the black line represents the streamline

图 2. “天秤”附近海域 850 hPa 层大气水汽变化，填色部分表示相对湿度，黑色表示流线

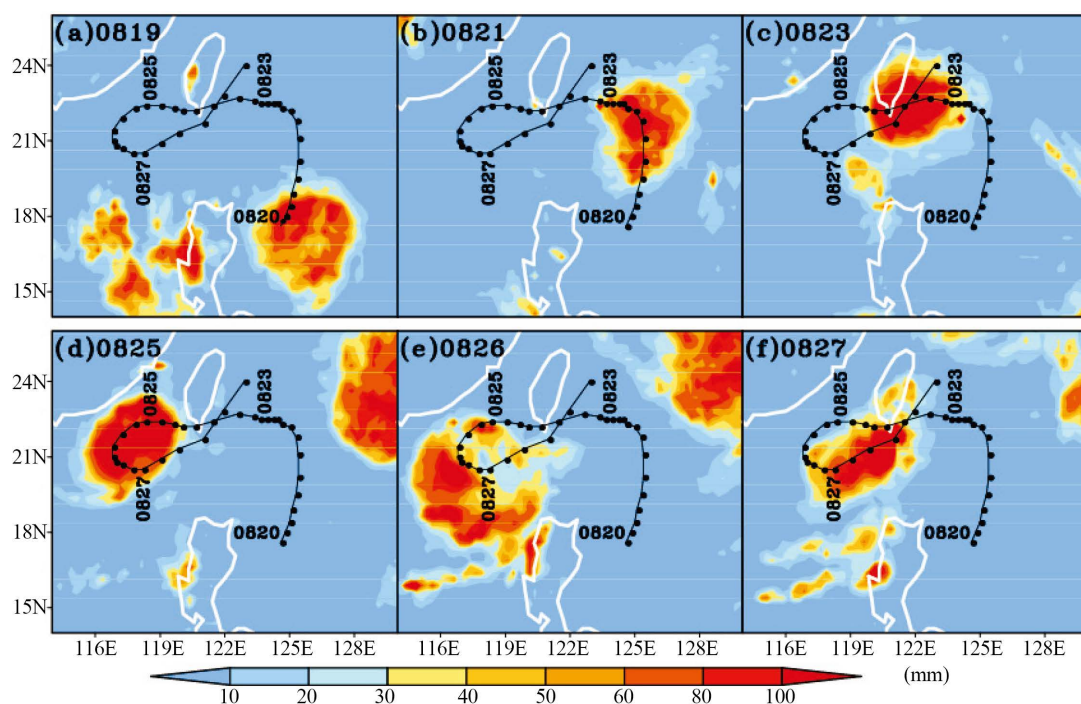


Figure 3. The changes of precipitation

图 3. 台风降水变化，路径标注为每天的 00 时

台风在此次增强过程中，也是几种环境因素共同作用。首先，从 22 日末开始(图 1(b)，红色箭头)，台风上下层之间的环境风垂直切变开始不断减弱，这有利于垂直运动的建立，将下层水汽向上输送。其次是水汽的影响。从图 2(c)中可以看出，在台风的西北方向有一条水汽输送带，将台湾海峡区域的水汽输入到台风中心。这些水汽转化为大量降水并释放出凝结潜热(图 3(c))，为台风提供了大量能量，台风得以增强。而从海表温度来看，由于台风在 22 日开始转向，在转向过程中移动比较缓慢，且强度较强，最

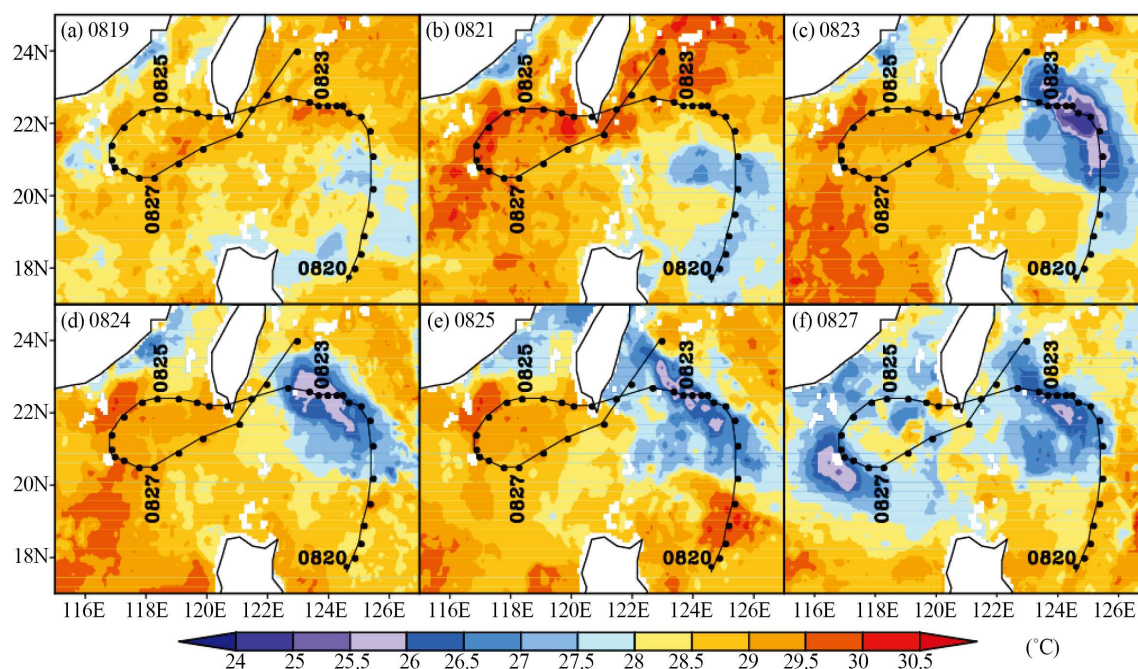


Figure 4. The change of surface temperature
图 4. 台风经过前后海表温度场变化

大风速为 46 m/s, 使得(124°E, 22°N)区域洋面温度降低较多, 从 28°C 以上下降到 24°C, 约 4°C, 这与 Shoude 的结果相一致[13]。但在台风行进的路径上, 海表温度仍保持在 28°C 以上(图 4(c)), 可以向台风提供足够水汽, 保持其能量供应。

之后的 24 日, 台风登陆, 强度减弱。此时, 出现了几个不利于台风强度维持的因素。首先是台风的下垫面发生了变化, 台风的登陆使得台风的水汽和热量吸收都大量减少, 这是台风此次减弱的最直接因素。其次, 从环境垂直切变上可以看出台风即将减弱的趋势, 从图 1(b)可以看出, 切变值在 23 日早上就开始增大(6~9 m/s), 使得台风减弱。而从水汽带方面, 可以看出在 24 日时台风周围水汽减少, 也是影响台风减弱的一个因素, 但不是主要因素。

3.3. “天秤”出海再加强

台风的第三次增强是从 25 日开始, 到 26 日 06 时结束, 然后再次下降。这次增强过程不如前两次明显, 最低气压增加到 963 hPa, 最大风速增加到 49 m/s。

这次增强过程并不很强, 且台风离开陆地, 回到海上, 此过程显著地受到海洋的影响。从图 4 (25 日)中可以看到, 在靠近大陆边缘即(22°N, 117°E)的附近, 有一个小范围的高温区。台风经过当地, 吸收了大量的热量而增强。在这个过程中, 海表温度始终维持在 28°C 以上的高温, 能够持续为台风提供能量[7]。然而, 当台风离开这个高温区域后, 海洋已经不能持续提供足够能量维持台风强度。台风同时也造成了路径上的冷斑的存在。从图 4 (27 日)上可以看到, 在 27 日 20°~21°N, 116°~117°E 区域内海表温度已经显著下降到 26°C 以下。这使得台风难以继续从海洋上获得能量, 因而台风强度持续减弱。在这次加强过程中, 降水也提供了大量的能量(图 3, 25 日)。

在 27 日以后, 虽然台风仍然在海上, 并再次靠近台湾岛。但是无论是降水、海温、垂直切变等条件都不利于台风强度的维持, 所以台风的强度在此后持续降低。

3.4. “布拉万”对“天秤”强度的影响

台风“布拉万”是生成于8月20日,之后发展增强,如图1(a)所示。“布拉万”对“天秤”的影响有两点,一是直接影响了“天秤”的路径,导致“天秤”发生了气旋式打转[1] [14];二是通过对水汽的争夺[5]削弱了“天秤”强度。

从图2(c)中可以看出,23日00时,“天秤”主要从西部吸收的水汽,“布拉万”主要从南部向吸收水汽。两台风中间的地区的水汽主要向着“布拉万”输送,因此“天秤”的强度受到抑制。从图2(d)中可以看出,而随着“天秤”的减弱和“布拉万”的增强,位于西北方向和菲律宾以南的水汽都主要向“布拉万”输送和吸收。这进一步削弱了“天秤”的强度(图2(f))。

4. 讨论

4.1. 环境垂直风切变对台风强度变化的指示

过去研究指出,环境风垂直切变与台风强度之间有很好的统计关系:弱的切变有利于台风的发展,强的切变不利于台风的发展,并且切变对台风强度的影响存在着一定时间的滞后[15]。

在台风“天秤”的过程中,除了台风刚刚生成和台风衰亡阶段,环境风垂直切变自身的强弱和台风的强弱没有很好的对应关系。然而,仔细对照台风强弱变化与环境风垂直切变的变化过程,我们却发现两者具有很好的对应关系。当环境风垂直切变持续增强时候,台风强度会在一段时间后(6~12小时)发生衰减,如图1(b)中的红箭头所示。而当环境风垂直切变持续减弱时候,台风强度会在一段时间后(6~12小时)发生增强,如图1(b)中的黄箭头所示。因此,从天秤台风的强度变化过程来看,环境风垂直切变的增强和减弱对台风强度变化有指示作用。这对台风强度变化的短期预报提供了一个有利的参考。

4.2. 海表温度对台风的影响及反馈

不仅海表温度对台风的发生发展有影响,而且台风的经过对当地的海表温度也有较深的影响。前人研究表明台风的强风应力影响下,海洋上层产生强烈垂直混合和上升流,将导致海表温度显著下降,形成“冷尾流”现象[1] [16] [17] [18],这种现象也体现在“天秤”移动过程中[9]。图4给出了“天秤”路径附近海域的海表温度变化图。在“天秤”经过这个海区以前的8月19日,海洋普遍为26.5℃以上的高温海域,在台湾以东的洋面温度甚至在30℃以上。从8月20日到8月24日,“天秤”经过菲律宾以东海面时候,由于强烈的海洋大气相互作用,使得海表温度显著下降[9]。特别是在台湾岛以东海面,由于台风强度大、速度慢,海表温度下降到25℃左右。8月25日到8月27日,台风在南海以逆时针方向绕了一个圈,这在海表温度上都有所体现。在8月27日的海表温度图上,可以清晰地看到沿台风路径的“冷尾流”现象。此时,台湾岛东面的海表温度仍然没有恢复至正常状态,说明台风对海表温度影响深远。

5. 结论

本文利用CMA、JTWC、NECP资料、海表温度等多种观测资料,对2012年15号台风“天秤”的天气过程进行了分析。结果表明:

1) “天秤”的强度变化过程中的影响因素有很多:高海温、弱垂直切变、强水汽辐合和强降水都有利于台风的增强;低海温、强垂直切变、弱水汽辐合和弱降水、陆地影响都不利于台风强度维持;而当两类矛盾因素共同存在作用时候,台风强度变化则依赖其中的主导因素。

2) 在“天秤”的几次强度变化中,环境风垂直切变大小的变化总是超前(6~12小时)于台风强度的改变:环境风垂直切变减小有利于台风的增强,环境风垂直切变增加暗示着台风的减弱。这对研究并预报台风强度变化有指导意义。

3) 海表温度高低对“天秤”强度变化有影响,“天秤”也导致其路径后的部分海域海表温度显著下降。当其以“打转”路径再次经过该海域附近,台风强度则显著下降。“天秤”强度变化不仅受海表温度影响,也对海表温度产生影响。

基金项目

国家重点基础研究发展计划(2013CB430303)和“全球变化与海气相互作用”专项(GASI-IPOVAI-04)资助。

参考文献 (References)

- [1] 陈联寿, 丁一汇. 西北太平洋台风概论[M]. 北京: 科学出版社, 1979: 1-10, 399-410.
- [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] Wang, Y. and Wu, C. C. (2004) Current Understanding of Tropical Cyclone Structure and Intensity Changes: A Review. *Meteorology and Atmospheric Physics*, **87**, 257-278. <https://doi.org/10.1007/s00703-003-0055-6>
- [4] 河慧卿, 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.
- [5] 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.
- [6] 罗霞, 费建芳, 黄小刚, 等. 应用位涡分析 1214 号台风“天秤”异常路径[J]. 气象科学, 2014, 34(2): 119-127.
- [7] Zheng, Z.W. (2014) Unusual Warming in the Coastal Region of Northern South China Sea and Impact on the Sudden Intensification of Tropical Cyclone Tembin(2012). *Advances in Meteorology*, **2**, 1-7. <https://doi.org/10.1155/2014/250752>
- [8] Sun, L., Yang, Y.J., Xian, T., Wang, Y. and Fu, Y.F. (2012) Ocean Responses to Typhoon Namtheun Explored with Argo Floats and Multiplatform Satellites. *Atmosphere Ocean*, **50**, 15-26. <https://doi.org/10.1080/07055900.2012.742420>
- [9] 杨龙奇. 海洋近表层流和上层温盐对 1215 号台风“天秤”的响应[J]. 热带海洋学报, 2015, 34(3): 13-22.
- [10] Ying, M., Zhang, W., Yu, H., Lu, X., Feng, J., Fan, Y., Zhu, Y. and Chen, D. (2014) An Overview of the China Meteorological Administration Tropical Cyclone Database. *Journal of Atmospheric Oceanic Technology*, **31**, 287-301. <https://doi.org/10.1175/JTECH-D-12-00119.1>
- [11] 徐明, 余锦华, 赖安伟, 等. 环境风垂直切变与登陆台风强度变化关系的统计分析[J]. 暴雨灾害, 2009, 28(3): 339-344.
- [12] 毛丽娜, 潘益农. 环境风垂直切变对热带气旋“碧利斯”的影响[J]. 气象科学, 2009, 29(4): 507-512.
- [13] Guan, S., Liu, Z., Song, J., Hou, Y. and Feng, L. (2017) Upper Ocean Response to Super Typhoon Tembin(2012) Explored Using Multiplatform Satellites and Argo Float Observations. *International Journal of Remote Sensing*, **38**, 5150-5167.
- [14] 王作述, 傅秀琴. 双台风相互作用及对它们移动的影响[J]. 大气科学, 1983, 7(3): 269-276.
- [15] 苏丽欣, 张晨辉, 黄茂栋. 环境风垂直切变与个例 TC 整个生命史中强度的关系[J]. 广东气象, 2007, 29(4): 30-32.
- [16] 杨元建, 冼桃, 孙亮, 等. 连续台风对海表温度和海表高度的影响[J]. 海洋学报, 2012, 34(1): 71-78.
- [17] Liu, S.S., Sun, L., Wu, Q. and Yang, Y.J. (2017) The Responses of Cyclonic and Anticyclonic Eddies to Typhoon Forcing: The Vertical Temperature-Salinity Structure Changes Associated with the Horizontal Convergence/Divergence. *Journal of Geophysical Research Oceans*, **122**, 4974-4989. <https://doi.org/10.1002/2017JC012814>
- [18] Sun, L., Yang, Y.J., Xian, T., Lu, Z. and Fu, Y.F. (2010) Strong Enhancement of Chlorophyll a Concentration by a Weak Typhoon. *Marine Ecology Progress Series*, **404**, 39-50. <https://doi.org/10.3354/meps08477>

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2376-4260, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

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

期刊邮箱: ams@hanspub.org