

文章编号:1673-8411 (2016) 01-0047-05

1409 超强台风“威马逊”近海急剧加强特征及成因分析

李华实¹, 廖胜石¹, 李露芳², 潘一铭³, 农明哲¹

(1. 崇左市气象局, 广西 崇左 532200; 2. 鹿寨县气象局, 广西 柳州 450223; 3. 上思县气象局, 广西 防城港 535500)

摘要:运用实况资料、NCEP/NCAR 六小时再分析资料以及 2014 年 CMA 热带气旋最佳路径数据集,对 1409 号超强台风“威马逊”近海急剧加强的特征及成因进行探讨分析,结果表明:高空华北槽东移,引导地面冷空气南下,副高西退略北抬,与“威马逊”形成了“东高西低”和“北高南低”的形势,增大两者间梯度,使“威马逊”强度加强;近海急剧加强 24h 内,台风暖心对称化结构加强,强暖中心往高低层扩展,低层偏南暖湿气流输送持续加强,对流层上层辐散不断增强,台风高层环流的西侧和北侧亦是辐散的大值区,台风西行北上的过程中利于其强辐散的维持和加强;台风中心正涡度柱急剧增大,并向对流层上层扩展,配合弱的垂直切变,利于台风的急剧加强;另外,物理量的分析也表明,“威马逊”近海急剧加强前 24h 内,台风环流附近大气层结不稳定性有增大的趋势。

关键词:近海急剧加强;副高;动力和水汽条件;不稳定条件

中图分类号:P458.1*24

文献标识码:A

Characteristics and Cause Analysis of Super Typhoon (NO. 1409) " Rammasun" Rapid Strengthening in Offshore Area

Li Huashi¹, Liao Shengshi¹, Li Lufang², Pan Yiming³, Nong mingzhe¹

(1. Chongzuo Municipal Meteorological Service, Chongzuo Guangxi 532200; 2. Luzhai County Meteorological Service, Liuzhou Guangxi 450223; 3. Shangsi County Meteorological Service, Fangchenggang Guangxi 535500)

Abstract: Based on the conventional observation data, NCEP/NCAR reanalysis data and the CMA data of best tropical cyclone path of 2014, the characteristics and mechanism of rapid strengthening in offshore area of super typhoon " Rammasun" were analyzed. The results show that: the high-altitude North China trough moving to eastward, which led to southward invasion of cold air, and the subtropical high backing ward east and slightly moving to northward formed the pattern of pressure with typhoon " Rammasun", like: " high-east-and-low-west" and " high-north-and-low-south", which enlarge the gradient and strengthen the typhoon; within the 24h of rapid strengthening in offshore area, the symmetrical structure of typhoon warm center was strengthened and the powerful warm center expanded. the transportation of low-level southward jet sustained, the divergence in upper layer of troposphere continuously enhanced, in addition, the the high-level circulation of typhoon on both west and north side are wide area of divergence, the process of typhoon moving westward to north was in favor of maintaining and strengthen the strong divergence. The positive vorticity column of typhoon center increased rapidly and extended to the upper-level troposphere matched with weak vertical shear, which is beneficial to the rapid strengthen of typhoon. Furthermore, the analysis of physical quantities also show that during the 24 h before the rapid strengthen of " Rammasun" in offshore area, the instability of atmospheric stratification around typhoon circulation tended to increase.

Key words: rapid strengthening in offshore area; subtropical high; dynamic and moisture conditions; unstable condition

收稿日期:2015-11-18

基金项目:中国气象局预报员专项(CMAYBY2015-055)

作者简介:李华实(1990-),男,广西永福人,理学学士,助理工程师,主要从事中短期天气预报工作。

1 引言

台风的强度变化是台风预报的重点和难点之一,它决定着风、雨的强度和分布,直接影响到政府防台抗台的决策,而台风近海突然加强往往由于估计不足导致严重的灾害。台风强度变化受到很多外界条件的影响,当靠近近海海域影响因素更多、更复杂时,受地形摩擦阻挡、水汽输送减少等原因影响,大多数情况下强度会减弱,但也有少数台风在近海海域强度突然增强,因此对台风近海加强成因的分析也更加复杂。林良勋(2006)指出:华南近海热带气旋急剧加强主要发生在东高西低、北高南低和弱背景环流中,与低空持续加强的水汽输送、高空的强辐散、台风趋向风垂直切变小值区和暖洋面有关。薛根元等(2007)以超强台风“Saomai”为研究对象,从大尺度环流特征和物理量场对其登陆前强度不断加强成因诊断分析,指出:台风加强与副高的加强和南落、低空持续加强的水汽输送、高空流出气流的强辐散、台风移向垂直切变小值区和暖洋面密切相关。

2 天气过程概况

2014 年 7 月 9 日,一个低压区在楚克东部的西北太平洋海面生成。11 日 8 时,该热带低气压组织转好,联合台风警报中心将其升格为热带风暴;下午 3 时,日本气象厅将其升格为热带风暴,并命名为

“威马逊”。14 日,“威马逊”向西南偏西移动,并因环境转好,迅速而显著地增强,恢复西移路径,登陆菲律宾前更急剧增强。15 日下午 2 时,中央气象台将其升格为强台风。之后,“威马逊”采取西北偏西移动路径,移动速度维持在每小时 22 至 25 公里,穿越菲律宾中部,并进入南海,穿越南海北部。“威马逊”进入南海后,受惠于良好的大气环境及高水温,重新增强,气压呈下跌趋势。18 日,“威马逊”再度迅速而显著增强,并向西北移动,移速仍然稳定不变,维持在时速 22 公里,受海南岛地形牵引,改向偏西移动;下午 3 时半,“威马逊”以巅峰强度于海南省文昌市翁城镇沿海短暂登陆,不久后便进入琼州海峡;晚上 7 时半,“威马逊”再于广东省徐闻县龙塘镇沿海登陆。19 日,“威马逊”继续向西北或西北偏西移动,穿越北部湾;7 时 10 分,又于广西防城港市光坡镇沿海再次登陆,随后受地形摩擦影响,开始急剧减弱。20 日,“威马逊”横越广西及越南北部,进入中国云南,由于西南季风的水汽供应亦遭切断,威马逊进一步减弱消亡。

受 1409 号台风“威马逊”影响,广西沿海地区出现特强大风和特大暴雨,特强大风掀起巨浪造成广西沿海渔业养殖设施及海产品遭受毁灭性破坏,导致重大人员伤亡和财产损失。“威马逊”是 1949 年有气象记录以来登陆广西最强的台风,同时是 1949 年有气象记录以来在广西内陆以台风级别滞留时间最

表 1 2014 号台风“威马逊”近海再次加强过程情况

北京时间	中心位置		中心气压	中心风速
	经度	纬度	hPa	M.S ⁻¹
7 月 14 日 20 时	128.2	12.7	970	35
7 月 15 日 02 时	126.9	12.7	960	40
7 月 15 日 08 时	125.7	12.8	960	40
7 月 15 日 14 时	124.7	13.0	945	48
7 月 15 日 20 时	123.4	13.3	930	55
7 月 16 日 02 时	121.9	14.0	940	50
7 月 16 日 08 时	120.4	14.3	960	40
7 月 16 日 14 时	119.1	15.1	975	33
7 月 16 日 20 时	117.8	15.5	970	35
7 月 17 日 02 时	116.7	16.0	965	38
7 月 17 日 08 时	115.8	16.4	960	40
7 月 17 日 14 时	115.0	16.8	950	45
7 月 17 日 20 时	114.3	17.5	930	50
7 月 18 日 02 时	113.4	18.5	920	58
7 月 18 日 08 时	112.3	19.1	900	65
7 月 18 日 14 时	111.3	19.9	888	72
7 月 18 日 20 时	110.3	20.3	910	60
7 月 19 日 02 时	109.4	21.0	935	52

长的台风,也是 1949 年有气象记录以来狂风暴雨影响范围最广的台风。

3 资料和方法说明

本文运用 2014 年 7 月的常规气象观测资料和每日 4 次(02、08、14 和 20 时)的 NCEP/NCAR 全球同化再分析的高度场、风场、温度等资料(水平分辨率为 $1^\circ \times 1^\circ$ 经纬度和垂直方向 26 层:1000hPa–10hPa)以及 2014 年 CMA 热带气旋最佳路径数据集,研究区域范围为 $5^\circ\sim 40^\circ\text{N}$ 、 $100^\circ\sim 140^\circ\text{E}$ 。

阎俊岳研究(1996)指出:依据我国热带气旋发生和发展的规律,近海急剧加强台风可这样定义:12 小时内,台风中心附近最大风速迅速增加 $10\text{M}\cdot\text{s}^{-1}$ 以上。

“威马逊”是在近海突然加强的台风,通过琼州海峡仍维持强台风级别且强度仍在加强。1409 号台风“威马逊”近海加强表现在两个方面。一是中心附近风速由 2014 年 7 月 17 日 10 时的 $35\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 增强至 7 月 18 日 11 时的 $60\text{M}\cdot\text{s}^{-1}$,持续增强 25 小时,二是中心气压由 7 月 17 日 10 时中心气压 970hPa 下降至 7 月 18 日 15 时的 910hPa,持续下降 29 小时。由表 1 和近海急剧加强台风的定义,17 日 20 时为“威马逊”近海再次急剧加强起始时间,下文主要对再次急剧加强前 24 小时进行研究分析。

4 近海再次急剧加强的特征及成因分析

4.1 “威马逊”强度变化及相应的结构特征

4.1.1 环流形势与“威马逊”强度变化特征

西太平洋副热带高压(下文简称“副高”)是影响西太平洋热带气旋移动路径的一个重要因素,下面就 500hPa 环流形势以及副高对“威马逊”的强度特征及后期移动路径进行初步探讨。从图 1(见彩页)可以看出,近海再次急剧加强前 24 小时,“威马逊”位于强盛副高的南侧,受副高南部偏东气流影响明显,“威马逊”较稳定地向西北偏西移动。随着高空华北槽的东移、略有北收,引导地面冷空气南下,同时副高亦有东退、略有北抬以及强度有所减弱的态势,使得“威马逊”与副高形成了“东高西低”和“北高南低”的形势,增加了两者之间的气压梯度,因而使得“威马逊”中心高层 500hPa 东北部的风速亦明显增大,强风速中心则有缩小、呈紧密结构(图 1 阴影显示(见彩页))。正因如此,“威马逊”近海再次急剧加强,后期以较稳定的西北路径向广西、越南、云南移

入。

4.1.2 “威马逊”中心垂直结构变化特征

图 2(见彩页)是“威马逊”中心温度距平–纬向垂直剖面,实心三角为台风位置。近海再次急剧加强前 24 小时(16 日 20 时),台风暖心结构较明显,但强度不强(强暖中心温度正距平 3°C);强暖中心垂直伸展范围 450–250hPa,高度较高(图 2a)。17 日 08 时,台风暖心结构对称化趋于明显,强度显著加强(强暖中心温度正距平达 6°C),强暖中心垂直高度已明显往低层扩展至 600hPa(图 2b)。17 日 20 时,台风暖中心结构更趋于紧密厚实,强暖中心温度距平达 7°C ,强暖中心垂直伸展范围 600–200hPa(图 2c),典型的台风暖心结构已形成,表明对流活动非常旺盛。18 日 08 时,强暖中心强度(温度距平达 8°C)继续加强,但强暖中心高度范围开始回缩(图 2d)。随后,该台风暖心结构逐渐被破坏,台风强度逐渐减弱(图略)。

4.2 “威马逊”近海再次急剧加强的成因分析

4.2.1 动力条件和水汽条件

高空出流气流的辐散作用有利于上升运动,与台风强度变化亦有密切关系。图 3(见彩页)给出了“威马逊”近海再次急剧加强前 24h 和前 12h 200hPa 流场和散度。16 日 20 时,强辐散中心处于台风高层环流的东南侧,达 $12 \times 10^{-5} \cdot \text{s}^{-1}$,其西侧和北侧亦是较强辐散区。17 日 08 时,高层辐散显著加强,达 $15 \times 10^{-5} \cdot \text{s}^{-1}$,强辐散中心转到了台风高层环流的东侧,其西北侧亦是较强辐散区。由此可知,在该时段高层辐散是一个逐渐加强的过程;高层环流的西侧和北侧亦是辐散的大值区,台风西行北上的过程中利于其强辐散的维持和加强,利于台风强度的增强。另外,强高空辐散的抽吸作用加强低层的垂直运动和辐合,利于低压环流的再次加强。

对流层深层垂直弱风切是台风发展的一个很重要因素,使得积云对流所产生的凝结潜热始终加热一个有限范围内的气柱,从而有利于暖心结构的维持和发展。参照 De Maria M 等人的研究方法(2007),本文取台风中心 $6^\circ \times 6^\circ$ 经纬度区域,然后以该区域 200hPa 和 850hPa 的纬向风代表对流层深层的垂直风切。从台风中心 $6^\circ \times 6^\circ$ 经纬度区域 200hPa 与 850hPa 垂直风切 16 日 20 时–18 日 02 时的时序图(图略),可见在近海再次急剧加强前 12h 内,台风中心垂直风切绝对值有急剧减小的趋势($-3.4 \sim -2.8 \text{M}\cdot\text{s}^{-1}$)。因此,急剧减小的垂直风切对“威马逊”再次

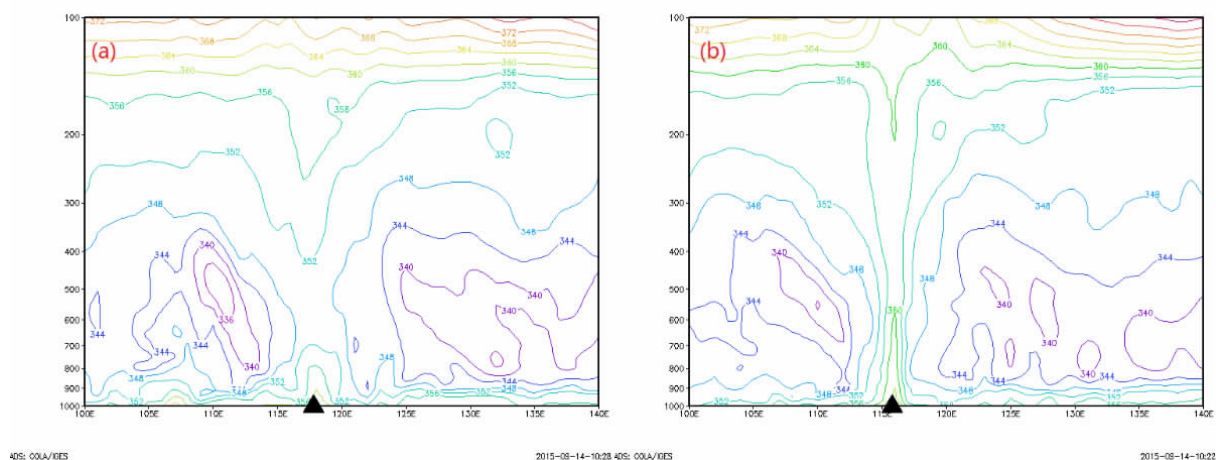


图5 台风中心假相当位温-纬向垂直剖面(实心三角为台风中心位置)

(a) 近海再次急剧加强前 24 小时(7 月 16 日 20:00);(b)近海再次急剧加强前 12 小时(7 月 17 日 08:00)

加强有重要作用。

相对涡度变化亦是反映台风强度变化的一个较重要的指标。图 4 是近海再次急剧加强前 24h 和前 12h 经过“威马逊”中心沿纬度垂直剖面的相对涡度场,可见台风中心附近的垂直方向是显著的正相对涡度柱,也表明台风具有正压结构。16 日 20 时,正相对涡度柱中心值为 $30 \times 10^{-5} \cdot s^{-1}$;而 17 日 08 时,正相对涡度柱中心值迅速增加至 $60 \times 10^{-5} \cdot s^{-1}$,正相对涡度 $\geq 20 \times 10^{-5} \cdot s^{-1}$ 高度由 300hPa 跃升至 200hPa。由此可见,台风中心附近的正相对涡度的增大以及正相对涡度往对流层上层的发展对台风的加强有着密切联系。

水汽条件方面,良好的水汽输送是台风维持和

加强的必备条件之一。分析 700hPa 风场和水汽通量(图 4)可见,台风环流南侧的西南气流和北侧的东南气流有明显增强的过程;与此同时,水汽通量散度也显著增大。在近海再次急剧加强时刻 4,水汽通量散度达 $60g/(s \cdot cm \cdot hPa)$ 。在强西南暖湿气流不断补充下,“威马逊”得以进一步加强。

4.2.2 对流不稳定条件

林良勋等(2006)研究指出,深厚湿对流对台风的发展和加强有重要作用,我们通常运用假相当位温随高度变化来判断大气层结的稳定度,当 $\theta_{se}/p < 0$ 时即对流性稳定,当 $\theta_{se}/p = 0$ 时即对流性中性,当 $\theta_{se}/p > 0$ 时即对流性不稳定。图 5 是台风中心附近沿纬度垂直剖面的假相当位温场,可见台风中心两侧

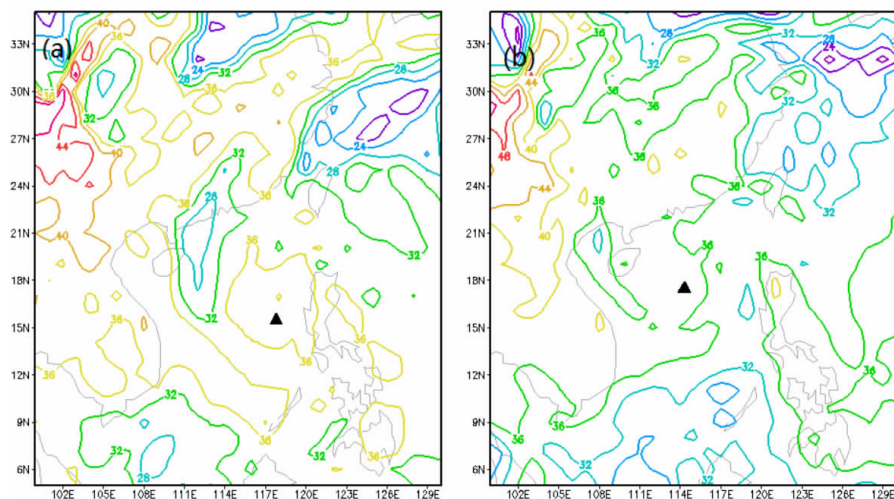


图6 K 指数分布(实心三角为台风中心位置)

(a) 7 月 16 日 20:00;(b)7 月 17 日 20:00

的中低层满足 $\theta_{se}/p < 0$ 即对流性稳定, 而台风中心满足 $\theta_{se}/p > 0$ 且数值较大即表明台风中心强盛的对流活动。17 日 08 时台风中心 $\theta_{se}/p > 0$ 且数值明显增大, 台风中心等 θ_{se} 线向中高层凸起, 表明台风中心往中低层增暖增湿, 不稳定性进一步加强, 同时对台风加强有重要作用。

另外, K 指数也是一个能很好指示对流活动的物理量指标, K 指数越大, 表明大气层结越不稳定。由图 6 可知, “威马逊”近海再次急剧加强前 24h 和急剧加强时, 台风中心都处于 K 指数的大值区; 台风急剧加强时, K 指数略有增大。这也说明, “威马逊”近海再次急剧加强时, 存在对流性不稳定且不稳定性有所增大。

5 小结

(1) “威马逊”源于副高南侧东风波动, 属于南海近海急剧加强台风。高空华北槽的东移、略有北收, 引导地面冷空气南下, 同时副高亦有西退、略有北抬以及强度有所减弱的态势, 使得“威马逊”与副高形成了“东高西低”和“北高南低”的形势, 增加了两者之间的气压梯度, 因而使得“威马逊”中心高层 500hPa 东北部的风速明显增大以及强度急剧增强。

(2) “威马逊”近海急剧加强前 24h 内, 台风暖心对称化结构加强, 强暖中心不断往高低层扩展(往低层扩展趋势更为强烈), 持续加强的低层偏南暖湿气流输送为其暖心结构提供了充足能量, 台风中心正涡度柱急剧增大, 并向对流层上层扩展, 利于“威马逊”暖心结构的维持和强度的加强; 对流层上层 200hPa 辐散的抽吸作用加强, 台风高层环流的西侧和北侧亦是辐散的大值区, 台风西行北上的过程中利于其强辐散的维持和加强, 配合弱的垂直风切, 利于台风强度的增强。

(3) 另外, 物理量的分析也表明, “威马逊”近海急剧加强前 24h 内, 台风中心附近大气层结不稳定性有增大的趋势。

参考文献

- [1] 林良勋, 梁巧倩, 黄忠. 华南近海急剧加强热带气旋及其环流综合分析 [J]. 气象, 2006, 32 (2): 14-18.
- [2] 薛根元, 张建海, 陈红梅, 等. 超强台风 Saomai (0608) 加强成因分析及海温影响的数值试验研究 [J]. 第四纪研究, 2007, 27 (3): 311-321.
- [3] 朱佩君, 陈敏, 陶祖钰, 等. 登陆台风 Winnie (1997)

的数值模拟研究 U: 结构演变特征分析 [J]. 气象学报, 2002, 60 (5): 560-567.

- [4] 阎俊岳. 近海热带气旋迅速加强的气候特征 [J]. 应用气象学报, 1996, 7 (1): 28-35.
- [5] 陈见, 高安宁, 陈润珍, 等. 热带气旋进入北部湾后强度增强的环流特征分析 [J]. 气象研究与应用, 2007, 28 (1): 19-24.
- [6] 林良勋, 冯业荣, 黄忠, 等. 广东省天气预报技术手册 [M]. 气象出版社, 2006.
- [7] 董良森, 陈见. 台风“达维”后期强度突变成因分析 [J]. 气象研究与应用, 2007, 28 (S1): 62-63.
- [8] De Maria M, Mainelli M, Shay L K, et al. Further improvements to the statistical hurricane intensity prediction scheme (SHIPS) [J]. Weather and Forecasting, 2005, 20 (4): 531-543.
- [9] 舒锋敏, 罗森波. 台风“海高斯”过程及登陆减弱后再次加强的影响因素分析 [J]. 热带气象学报, 2010, 26 (3): 317-324.
- [10] 唐文, 陈见, 李生艳, 等. “北冕”后期路径左折和强度突然加强成因分析 [J]. 气象研究与应用, 2010, 31 (2): 1-4.
- [11] 邓文剑, 吴振鹏, 吴乃庚, 等. 台风“巨爵”近海急剧加强的特征及成因分析 [J]. 广东气象, 2014, 36 (3): 9-14.
- [12] 李海静. “灿都”在登陆过程中物理量场的变化 [J]. 气象研究与应用, 2012, 33 (S1): 1-2.
- [13] 钱燕珍, 张胜军, 黄奕武, 等. 强台风“海葵”(1211) 近海急剧增强的数值研究 [J]. 热带气象学报, 2014, 30 (6): 1069-1079.
- [14] 陈见, 高安宁, 陈润珍, 等. 热带气旋进入北部湾后强度增强的环流特征分析 [J]. 气象研究与应用, 2007, 28 (1): 19-24.
- [15] 郑艳, 蔡亲波, 程守长, 等. 超强台风“威马逊”(1409) 强度和降水特征及其近海急剧加强原因 [J]. 暴雨灾害, 2014, 33 (4): 333-341.
- [16] 董良森, 陈见. 台风“达维”后期强度突变成因分析 [J]. 气象研究与应用, 2007, 28 (S): 62-63.
- [17] 于玉斌, 杨昌贤, 姚秀萍. 近海热带气旋强度突变的垂直结构特征分析 [J]. 大气科学, 2007, 31 (5): 876-886.
- [18] 翁小芳, 冯文, 李凡. 0801 号台风“浣熊”的路径和强度特征分析 [J]. 气象研究与应用, 2008, 29 (4): 4-6.
- [19] 陈见, 罗建英, 廖胜石. 台风“派比安”分析 [J]. 气象研究与应用, 2007, 28 (2): 1-6.