

文章编号:1673-8411 (2019) 04-0024-05

台风“威马逊”登陆后长时间维持原因分析

黄滢¹, 黄春华¹, 林文桦¹

(广西防城港市气象局, 广西 防城港 538001)

摘要: 超强台风威马逊(1409)在华南三次登陆, 登陆后减弱缓慢, 带来了狂风暴雨和巨大的经济损失。利用 NCEP 再分析资料、CMABST 最佳台风路径数据等资料, 对“威马逊”长时间维持的原因进行天气学和动力学诊断分析, 结果表明: (1) 500hPa 副高西伸发展, 紧随着台风, 副高和台风环流之间维持较强的气压梯度和水汽输送, 有利于台风环流的维持。850hPa 西南季风急流和越赤道气流合并卷入台风低压环流中, 输送的水汽和不稳定能量是台风在登陆后衰减缓慢的重要原因。高空存在强流出气流, 高层辐散抽吸作用有利于台风强度的维持和发展。(2) 台风移向下游区域海温偏高、环境风垂直切变小、强盛水汽输送是台风强度维持的重要环境条件。台风登陆后涡度和垂直速度结构完整, 减弱缓慢, 利于台风环流的维持。台风移入的华南地区处于热力不稳定状态, 有利于对流凝结潜热效率的增加和台风环流内对流活动的增强, 从而有利于台风强度的维持。

关键词: 威马逊; 长时间维持; 天气学诊断; 热力学诊断

中图分类号: P458.1+24

文献标识码: A

Analysis of the reasons for the long-term maintenance of Typhoon Rammasun after landing

Huang Ying¹, Huang Chunhua¹, Lin Wenhua¹

(Fangchenggang Meteorological Service, Fangchenggang Guangxi 538001)

Abstract: The super typhoon Rammasun (1409) landed three times in South China, and it weakened slowly after landing, which brought violent storms and large economic losses. Based on NCEP reanalysis data and CMABST optimal typhoon path data, the synoptic and dynamic diagnostic analysis of the reasons for the long-term maintenance of Rammasun was carried out. The results showed that: (1) the development of 500 hPa subtropical high was closely followed by typhoon. The strong pressure gradient and water vapor transport between the subtropical high and typhoon circulation were favorable for the maintenance of typhoon circulation. The 850hPa southwest monsoon jet and the cross equatorial current merged into the typhoon low-pressure circulation, and the water vapor and unstable energy transported were important reasons for the slow decay of the typhoon after landing. There was a strong effluent airflow at high altitude, and the high-level divergence pumping effect was beneficial to the maintenance and development of typhoon intensity. (2) The sea temperature in the downstream area where the typhoon moved was high, the vertical shear of the ambient wind was small, and the water vapor transport was strong, which were important environmental conditions for maintaining the typhoon intensity. After landing, the structure of vorticity and vertical velocity was complete and weakened slowly, which was conducive to the maintenance of typhoon circulation. The South China region where the typhoon moved was in a state of thermal instability, which was conducive to the increase of convective latent heat efficiency and the enhancement of convective activity in the typhoon circulation, thus contributing to the maintenance of typhoon intensity.

Key words: Rammasun; long-term maintenance; synoptic diagnosis; thermodynamic diagnosis

收稿日期: 2019-03-03

基金项目: 防城港市科技局课题“相似台风路径及环境形势计算显示系统”(防科 AC17005009)

作者简介: 黄滢(1981-), 女, 汉族, 广西钦州人, 学士, 高级工程师, 主要从事热带气旋研究。

引言

一般台风登陆后由于水汽减少和陆地摩擦, 台风会很快减弱, 但有些台风却能在陆地上维持很长时间, 而台风引起的重大灾害往往与其在陆地上长时间维持有关, 因此, 研究台风登陆后的强度衰减和维持时间具有重要的意义。李英等^[1]用中尺度模式 MM5 对 Bilis 陆上维持过程进行模拟, 并通过多个敏感性试验, 研究不同方向水汽输送对台风在陆上维持和降水的影响。于玉斌等^[2]对超强台风“桑美”在中国近海急剧增强的特征及机理进行分析。黄滢等^[3]对 1980–2010 年登陆华南后长时间维持和迅速减弱的台风进行了对比分析。一些研究分析了华南台风登陆后强度的变化^[4–8], 得出一些有意义的结论。尽管近年来台风的研究特别是台风路径的预报水平不断取得进展, 但是台风强度变化的预报仍存在较大的不足, 台风的强度变化仍是大气科学领域尚未解决的科学问题之一。

1409 号超强台风“威马逊”在西太平洋生成, 穿越菲律宾后, 先后登陆海南文昌、广东徐闻和广西防城港(图 1), 登陆海南文昌时中心附近最大风力 $70\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$, 中心最低气压达 890hPa , 登陆强度创造了我国有气象记录以来的最强记录; 登陆广西防城港时中心附近最大风力有 $48\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$, 中心最低气压为 950hPa , 也是自 1949 年以来登陆广西的最强台风; 登陆后减弱缓慢, 以台风以上的强度在广西停留了 9h, 是以台

风以上的强度在广西停留时间最长的台风。“威马逊”带来大范围的狂风暴雨, 给华南带来巨大的经济损失和人员伤亡, 是因为台风本体进入华南, 且强度高、减弱缓慢、持续时间长引起的。因此分析台风“威马逊”登陆后长时间维持的原因具有重要意义。本文利用 NCEP 再分析资料、CMABST 最佳台风路径数据等资料, 对“威马逊”减弱缓慢、长时间维持的原因进行天气学以及动力诊断分析, 为提高预报能力和减少台风灾害提供有益的参考。

1 “威马逊”路径、强度变化和风雨影响

1409 号台风“威马逊”2014 年 7 月 12 日在菲律宾以东洋面上生成, 穿过菲律宾后, 于 16 日上午进入南海海面, 并于 17 日加强为超强台风。18 日 15 时在海南省文昌市登陆, 18 日 19 时在广东省徐闻再次登陆, 19 日 07 时在广西防城港市登陆, 仍有强台风级别, 登陆后穿过广西西南部进入越南北部和云南, 19 日 14 时减弱为台风, 15 时减弱为强热带风暴, 20 时减弱为热带风暴, 20 日 05 时, 减弱为热带低压, 20 日 08 时, 中央气象台停止编号。“威马逊”给广西带来了大范围的狂风暴雨, 最大过程雨量出现在北海市常乐镇 552mm (7 月 18 日 20 时~7 月 20 日 20 时), 最大风力达到 17 级 (北海市涠洲岛 $59.4\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$), 给广西造成的直接经济损失高达 138 亿元。

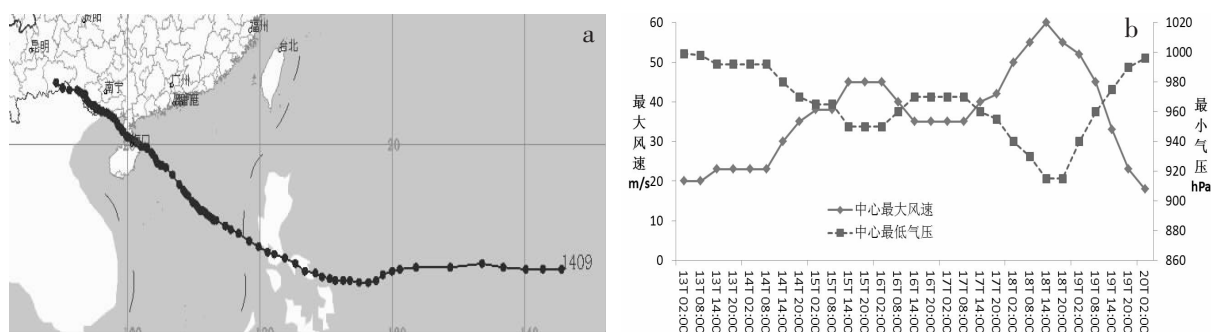


图 1 “威马逊”路径图(a)及“威马逊”中心附近最大风速和最低气压(b)

2 台风减弱缓慢长时间维持的原因分析

2.1 500hPa 副高

研究表明, 副高的进退与台风路径和强度变化关系极为密切^[9–11]。为量化分析副高的变化对台风强度产生的影响, 对表征副高强度特征的西脊点、脊线、强度指数、面积指数等进行逐日分析和计算。其

中, 副高的强度指数是指 500hPa 上 $20^{\circ}\text{--}55^{\circ}\text{N}$ 、 $110^{\circ}\text{--}140^{\circ}\text{E}$ 范围内, 大于 588dagpm 网格点的位势高度值减去 587dagpm 后差值的累加之和 (网格距为 $2.5^{\circ}\times 2.5^{\circ}$); 副高面积指数是指 $20^{\circ}\text{--}55^{\circ}\text{N}$ 、 $110^{\circ}\text{--}140^{\circ}\text{E}$ 范围内大于等于 588dagpm 网格点数之和。

从 500hPa 环流形势场 (图略) 和逐日副高活动特征指数与“威马逊”强度变化情况 (表 1) 可以看

出,7月18–19日华北槽东移过120°E后减弱北收,位于河套地区的高压脊东移到副高的北侧,导致副高再度加强西伸,脊线北抬维持在28–30°N,副高加强西伸的速度大于台风向西移动的速度,导致“威马逊”与副高之间气压梯度加大,有利其快速加强。18日,副高呈方头状,副高中心强度达到592dagpm,副高强度指数达到176dagpm,此时“威马逊”登陆前中心气压从970hPa下降到930hPa,中心风速从35m·s⁻¹升至55m·s⁻¹,并在18日14时达到60m·s⁻¹,“威

马逊”与块状副高之间距离很近,使得“威马逊”低压环流和高压之间维持很强的气压梯度,有利于“威马逊”强度加强。19日“威马逊”登陆后,副高中心强度维持592dagpm,副高强度指数进一步上升到217dagpm,并且进一步西伸,西脊点位于106°E,块状高压紧贴着“威马逊”,台风东侧的东南风急流也源源不断地向台风输送水汽,这种副高和台风的强度和位置配置,有利于形成气压梯度和水汽输送,有利于台风环流的维持。

表1 2014年16–19日08时副高活动特征指数与“威马逊”中心强度

日期	西脊点	脊线	强度指数	面积指数	中心最低气压	中心最大风力
16日	112°E	24°N	165dagpm	53	960hPa	40.0m·s ⁻¹
17日	114°E	27°N	146dagpm	53	970hPa	35.0m·s ⁻¹
18日	110°E	28°N	176dagpm	83	930hPa	55.0m·s ⁻¹
19日	106°E	30°N	217dagpm	89	960hPa	45.0m·s ⁻¹

2.2 低空急流和越赤道气流

台风增强需要凝结潜热能的大量增加,与低空水汽通道联结有关。林良勋等^[9,12]分析表明,西南季风的加强和向南海北部海域输送、越赤道气流的北上与华南近海热带气旋加强密切相关。分析低层流场(图2a)发现,来自孟加拉湾的偏西南气流和越赤道气流这两支低空气流汇合并入台风环流中,17–19日台风增强阶段这两支气流强度均出现增强。孟加拉湾的偏西南气流风速由低于6–10m·s⁻¹增强至12–16m·s⁻¹,局部超过16m·s⁻¹;7月17–19日,热带辐合带北抬,越赤道气流也随着北抬,强度有所增强,这两支气流汇合并入西南低空急流,并输入“威马逊”环流中,急流中心风速超过20m·s⁻¹。台风低压环流内强降雨释放的凝结潜热是台风能量的重要来源,低空急流增强导致更多水汽和能量被输送至台

风环流内,有利于强降水和凝结潜热释放效率增加,低空急流和水汽输送是热带气旋在登陆后衰减缓慢的重要环境条件。

研究表明,台风的维持和发展离不开低层充足水汽和能量的供应。为了解“威马逊”的水汽环境,计算水汽通量从地面到300hPa的积分,即整层水汽通量积分,结果如图2b所示。可以看到,“威马逊”登陆期间,台风南侧有一条西南–东北走向的带状水汽输送带,将水汽输送至台风环流中,水汽输送强盛,在季风区平均维持了25×10⁵g·m⁻¹s⁻¹以上较大的水汽通量中心。此外,副高和“威马逊”的位置配置,使得台风后部和副高之间形成较大的气压梯度,从而使台风后部的东南风急流在台风东南部形成水汽通量强中心,将水汽从海面源源不断输送到台风中。台风的热量主要来源于水汽凝结潜热的释放,充足、持续的水汽输送使登陆台风获得水汽凝结潜热的补充,有利于台风

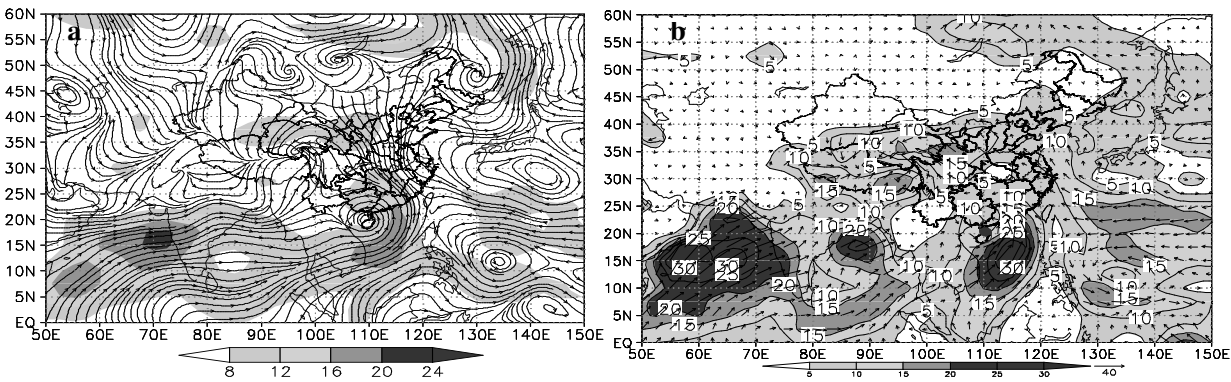


图2 2014年7月18日20时850hPa流场(a)和整层积分水汽通量场(b)

低压环流在陆地上维持, 减缓台风登陆后的强度衰减。

2.3 高层出流及辐散

近年来的研究分析表明, 高空出流的增强, 对台风大尺度垂直环流的维持和增强有重要意义, 高层流出气流对台风强度有重要影响^[13]。7月17–19日, 在“威马逊”中心西南侧高空150hPa东北流出气流明显增强, 风速达到 $25\text{--}35\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$, 最大风速中心距离台风中心7个经距左右。高空出流的建立和维持对台风强度有重要影响。分析200hPa环流形势场可知(图略), 在台风的西北方向始终维持着强大的南亚高压。18–19日, 华南上空南亚高压分裂出两个高压中心, “威马逊”上空为两个高压之间的强辐散流场, 期间“威马逊”登陆后强度减弱缓慢。

从台风的散度垂直剖面图(图3)可以看出, 在台风中心附近, 散度场在低层形成辐合, 高层形成辐散, 17日08时–19日08时台风中心上空高层辐散大值区达 $30\times 10^{-7}\text{s}^{-1}$, 台风上空为较强的辐散区。对比前文所述的高空形势场可知, 台风登陆后华南上空为东风急流的辐散区, 高空辐散是维持低层辐合的补偿机制, 在高空辐散的抽吸作用下, 低层辐合上升运动得到加强和维持, 减缓了台风登陆后的衰减。

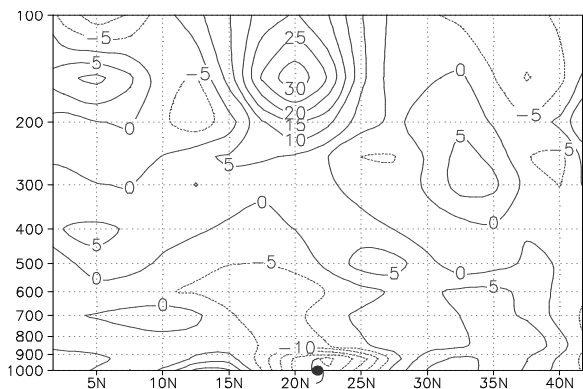


图3 2014年7月19日08时沿台风中心散度的垂直剖面图

2.4 涡度和垂直速度垂直结构

从穿过台风中心的涡度垂直剖面图可以看出(图略), 在19日20时, 即台风登陆13h后, 台风的垂直结构仍十分完整, 正涡度一直伸展到200hPa附近, 台风为一深厚的柱状正涡度区, 涡度的大值中心在700hPa附近, 200hPa以上才出现负涡度, 700hPa附近的正涡度中心达到 $60\times 10^{-7}\text{s}^{-1}$, 正涡度中心减弱较慢, 正涡度区的高度有所降低, 但仍维持低层为

正、高层为负的形势, 说明“威马逊”气旋性的环流仍较完整, 台风强度减弱缓慢。

从登陆后穿过台风中心的垂直速度剖面图可看出(图略), 垂直速度的垂直分布与散度的垂直分布是相对应的。由于在台风区高层辐散、低层辐合, 所以在100hPa以下是上升运动, 上升速度大值中心在850–700hPa附近, 上升速度大值中心强度为 $-30\times 10^{-3}\text{Pa}\cdot\text{s}^{-1}$, 强烈的上升运动有利积云对流的发展和暴雨的发生, 降水释放的凝结潜热反过来又有利于台风暖心结构的维持。

2.5 下游的热力不稳定

台风主要能量来自降水的凝结潜热释放, 所有影响凝结潜热释放这一物理过程的因子均可能对台风强度产生影响, 大气不稳定层结也是重要的原因之一。程正泉等^[14]发现, 登陆后造成大范围降雨的台风往往下游更加湿热和不稳定。“威马逊”登陆前, 南海北部海温异常偏高, 海南、广西南部一带, K指数大部在 35°C 以上, 边界层大气假相当位温为高值区, 广西区域为一个高值中心, 中心强度为373K, 即高热高湿区, “威马逊”下游始终存在强的热力不稳定, 台风登陆后, 有利积云对流的发展, 产生大范围的强降水, 降水释放的凝结潜热又有利于台风暖心结构的维持, 使台风减弱缓慢。

3 结论

超强台风“威马逊”(1409)在华南三次登陆, 登陆后减弱缓慢, 以台风以上的强度在广西停留9h, 带来了狂风暴雨和较大的经济损失, 对“威马逊”长时间维持的原因进行了诊断分析, 主要结论如下:

(1)从天气形势上看, 500hPa副高西伸发展, 紧随着台风, 副高和台风环流之间维持很强的气压梯度和水汽输送, 有利于台风环流的维持。850hPa西南季风急流和越赤道气流合并卷入台风环流中心, 输送水汽和不稳定能量是台风在登陆后衰减缓慢的重要原因。150hPa高空存在强流出气流, 高层辐散抽吸作用有利于台风强度的维持和发展。

(2)台风移向下游区域的海温偏高、环境风垂直切变小、强盛水汽输送是台风强度维持的重要环境条件。台风登陆后, 涡度和垂直速度结构完整, 减弱缓慢, 台风环流维持。台风移入的华南地区处于热力不稳定状态, 热力不稳定增加了对流凝结潜热效率和台风内的对流活动, 从而有利于台风强度的维持。

(下转第49页)

年有早稻观测记录以来,早稻主要发育期共发生 14 次高温热害,其中轻度高温热害 9 次,中度高温热害 2 次,重度高温热害 3 次。从表 3 可以看出,拔节期出现 2 次,占比 14.3%,有 1 次出现在孕穗期,占比为 7%,抽穗期出现 6 次,占比 43%;乳熟期出现 5 次,占比 35.7%。可以发现,早稻抽穗期和乳熟期出现高温热害过程的概率大,拔节期和孕穗期出现高温热害的概率较小。

2010 年 7 月 1–10 日发生的高温热害过程持续了 10d,日平均气温为 31.4℃,日最高气温平均为 35.9℃,为典型的重度高温热害。此时期遭遇高温会导致灌浆不足,水稻子粒易出现不饱满的现象,使粒重下降、秕谷粒增多。根据统计部门的早稻单产数据来看,2010 年早稻单产 $24.5\text{kg}\cdot(\text{hm}^2)^{-1}$,比上一年单产减少 $0.7\text{kg}\cdot(\text{hm}^2)^{-1}$ 。

5 小结与讨论

(1) 近 50a 来影响桂平市早稻发育的高温热害共发生 53 次,发生概率为 78%,其中轻度高温热害过程出现 32 次,中度高温热害过程出现了 16 次,重度高温热害过程出现 5 次。桂平高温热害过程发生平均天数为 5d,最长一次高温热害过程发生在 2016 年 6 月 18 日至 6 月 28 日,持续天数为 11d;最早开始发生日期为 1991 年 6 月 1 日。

(2) 从高温热害发生情况看,在主要发育期共发

生 14 次高温热害,其中轻度高温热害 9 次,中度高温热害 2 次,重度高温热害 3 次。从高温热害出现时期分布来看,拔节期出现 2 次,孕穗期出现 1 次,抽穗期出现 6 次,乳熟期出现 5 次,抽穗期和乳熟期出现的概率比较大。

上述研究仅从气温单一气象条件分析对早稻的影响,早稻发育情况和产量还会受到雨量、日照、病虫害、台风等气象灾害及其他多方面因素的影响,如曾海云^[4]对影响桂平市早稻产量的气候条件作初步分析,以求对进一步挖掘气候资源潜力,趋其利避其害,为夺取早稻生产的持续稳产高产提供科学依据。董国堃^[5]对影响早稻稻瘟病发生的气象特点及流行条件进行了分析。因此,在考虑气温影响的同时还要结合其他因素进行分析探讨。

参考文献:

- [1] 朱勇,黄聪敏.粤北地区高温热害气候特征及其对早稻产量的影响[J].广东气象,2011,33(5):45–47.
- [2] 陈昆,黄淑娥.江西省早稻高温逼熟规律及其对产量的影响[J].江苏农业科学,2016,44(6):143–148.
- [3] 徐芳,黄帆.2010 年梧州早稻减产的农业气象因素分析[J].气象研究与应用,2012,33(1):56–57.
- [4] 曾海云,蒙小寒.2013 年桂平早稻生长气象条件分析[J].农业研究与应用,2014,35(1):78–80.
- [5] 董国.影响早稻稻瘟病发生的气象特点及流行条件进行了分析[J].植保技术与推广,1996(5):3–5.

(上接第 27 页)

参考文献:

- [1] 李英,陈联寿,徐祥德.水汽输送影响登陆热带气旋维持和降水的数值试验[J].大气科学,2005,29(1):91–98.
- [2] 于玉斌,陈联寿,杨昌贤.超强台风“桑美”(2006)近海急剧增强特征及机理分析[J].大气科学,2008,32(2):405–416.
- [3] 黄滢,彭俊龙,郭亮.长时间维持和迅速减弱的华南登陆热带气旋对比分析[J].海洋预报,2013,30(2):68–74.
- [4] 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(02):1–6.
- [5] 李华实,廖胜石,李露芳,等.1409 超强台风“威马逊”近海急剧加强特征及成因分析[J].气象研究与应用,2016,37(1):47–51+132.
- [6] 朱静,龚建堂,韦赛人.201409 号台风“威马逊”天气特征的诊断分析[J].气象研究与应用,2016,37(S1):71–72.
- [7] 覃焱,黄芊庭,李华实,等.1508 号台风“鲸鱼”路径与强度分析[J].气象研究与应用,2016,37(S1):3–4.
- [8] 陈劲,杨玺,汤振鹏.登陆广东的台风强度和路径特征分析[J].气象研究与应用,2018,39(3):35–37+56.
- [9] 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.
- [10] 陈见,孙红梅,高安宁,等.超强台风“威马逊”与“达维”进入北部湾强度变化对比分析[J].暴雨灾害,2014,33(4):392–400.
- [11] 黄开刚,杨思施,黄飞.1409 号超强台风“威马逊”对广西的风雨影响分析[J].气象研究与应用,2015,36(S2):30–31.
- [12] 程正泉,林良勋,杨国杰,等.超强台风“威马逊”快速增强及大尺度环流特征[J].应用气象学报,2017,28(3):318–326.
- [13] 张玲,黄奕武,钱奇峰.对改进 2012 年疑难台风预报的思考[J].天气预报,2013.
- [14] 程正泉,陈联寿,李英.登陆台风降水的大尺度环流诊断分析[J].气象学报,2009,67(5):840–850.