

李紫甜,古明悦,黄莉,等. 台风“山神”(1809)残涡再度入海加强成因分析[J]. 气象研究与应用,2021,42(3):94-98.

Li Zitian, Gu Mingyue, Huang Li, et al. Analysis on the causes of Typhoon Son-Tinh (1809) residual vortex reentry into the sea[J]. Journal of Meteorological Research and Application, 2021, 42(3): 94-98.

台风“山神”(1809)残涡再度入海加强成因分析

李紫甜¹, 古明悦², 黄莉^{1*}, 周琰¹, 黄卓帆¹

(1.南宁市气象局, 南宁 530029; 2.隆安县气象局, 广西 隆安 532700)

摘要:利用常规气象资料、卫星云图及区域自动站等资料,对2018年第9号台风“山神”残留系统再次生成热带低压的原因及其移动路径进行分析。结果表明,北部湾低压形成的原因主要有两方面,一是西南季风不断供应水汽和能量使其维持螺旋结构,二是北部湾海面温度较高;第二类条件不稳定机制使热带扰动不断发展;对流层垂直风切变小,使对流降水释放的凝结潜热积聚而导致低层减压;高层辐散、低层辐合,导致气旋性涡度增加。受热带辐合带南侧偏西风 and 台风“安比”的互旋作用影响,北部湾低压先后往东偏南、东北、西北方向移动。

关键词:“山神”台风(1809);残涡;条件不稳定机制(CISK)

中图分类号:P444

文献标识码:A

doi: 10.19849/j.cnki.CN45-1356/P.2021.3.16

OSID:



前言

台风是造成广西后汛期暴雨的主要天气系统之一。不仅台风本体带来暴雨,台风减弱后的残留低压也可能造成强降雨,有时甚至会引发大暴雨到特大暴雨的极端天气。对于前者国内已有较多研究^[1-4],对台风残留系统的研究则主要集中在台风残涡引起的大暴雨成因分析方面^[5-8],关于台风残留系统生消的研究相对较少。而台风路径是影响台风风雨预报的重要因子之一,众多学者对台风路径变化的原因进行了分析^[9-11]。台风残留系统的生消和台风路径都在很大程度上影响着台风降雨的强度和范围,因此研究台风残留系统的生消原因和路径变化有着重要的意义。

2018年第9号台风“山神”在7月20日登陆减弱后,又于7月21日在北部湾重新发展为2018年第12号热带低压。受此北部湾低压北上影响,7月24日南宁市出现了一次全市性大雨到暴雨天气过程,部分地区大暴雨。大暴雨主要出现在武鸣区南部、南宁城区东部以及邕宁区大部,最大降雨出现在

武鸣区六一水库和大明山天坪,达173.5mm,最大小时雨量达72.5mm(兴宁区高峰林场),具有局地短时降雨强、影响范围广的特点。本文基于常规气象资料等,对台风“山神”(1809)残涡再次入海加强的成因、移动路径通过天气学方法进行分析,以期为此类台风降水预报提供参考。

1 资料与方法

所用实况资料包括常规气象观测资料、区域自动气象站资料、风云二号卫星红外资料以及NOAA AVHRR最优插值海表温度数据。其中NOAA AVHRR最优插值海表温度数据是全球数据集中心提供的高分辨率海表温度数据集,为全球格点资料,空间分辨率为经纬度 $0.25^{\circ} \times 0.25^{\circ}$ 。重点分析1809号台风残留系统再次生成热带低压的原因,并探讨其移动路径变化的影响因素。

2 结果与分析

2.1 路径分析

造成此次南宁大范围暴雨的北部湾热带低压是

收稿日期:2021-06-18

作者简介:李紫甜(1989—),女,广西平南县人,主要从事天气预报业务及相关研究。E-mail:346288017@qq.com

* 通讯作者:黄莉(1971—),女,广西宾阳县人,正研级高工,主要从事致灾性及高影响天气研究。E-mail:1162307446@qq.com

由台风“山神”(1809)残余云系重新发展而生成。台风“山神”7月16日14时生成于菲律宾东北部太平洋洋面上,随后一路西行,于7月18日04时50分以热带风暴级在海南省万宁市万城镇沿海登陆,随后穿过海南省继续西移进入北部湾,7月19日凌晨01时于越南北部沿海以热带风暴级再次登陆,登陆后“山神”在赤道辐合带北侧的偏东风引导下继续向西移入内陆,迅速减弱为热带低压,并于20日在老挝减弱消散。然而,随后台风“山神”的残留云系又在赤道辐合带南侧偏西风的引导下逐渐掉头转向东移,于21日17时重新移入北部湾海面,并于21日20时加强为热带低压。

北部湾低压生成后,先是缓慢往东偏南方向移动,22日20时前进入海南岛境内,随后往东北方向移动,穿过海南岛和琼州海峡进入雷州半岛,24日05时于湛江市附近往西北折,经过玉林市进入广西境内,向西北方向移动正面袭击南宁,最终于25日进入云南东南部减弱消失。

从形势场上对重新生成的热带低压进行分析。7月21日20时500hPa高度及风场图(图1a)上,副高脊线已北抬至 35°N 附近,在其南侧除了北部湾低压外,还有10号台风“安比”,“安比”中心位于距上海东南方向约6km的东海海面上。根据“藤原效应”,两个台风之间会产生互旋。此时北部湾低压受

到“安比”西侧的偏北气流影响,其受到的外力会有一个向南的分量。同时,它又处于热带辐合带中,热带辐合带南侧的偏西风较其北侧的偏东风强,因此北部湾低压主要受热带辐合带南侧偏西气流引导,在缓慢东移的同时路径向南略偏。

22日20时,“安比”已西北行至江苏境内,而北部湾热带低压则刚登陆海南岛(图1b)。此时副高已位于 30°N 以北,副高西脊点与北部湾低压几乎位于同一经度,受副高西侧的高空槽前西南气流影响,北部湾低压路径出现了明显东北折。此外,随着“安比”的北上,副高、热带辐合带也随之北抬,带动了北部湾低压北上。

24日08时“安比”中心已位于天津附近(图1c),北部湾低压中心位于雷州半岛境内。由于“安比”离北部湾低压已较远,二者之间的互旋作用已不明显。此时副高呈南北向,且随着高空槽的东移出海,24—25日副高有一个重新加强西伸的过程,北部湾低压位于副高西南侧,受其西南侧东南气流引导以及热带气旋自身内力作用,北部湾低压开始转向西北方向移动,最终从玉林进入广西,正面袭击南宁。

2.2 台风“山神”残涡加强成因分析

7月19日凌晨“山神”在越南北部再次登陆,中南半岛地形作用使得“山神”登陆后受到了地表很大

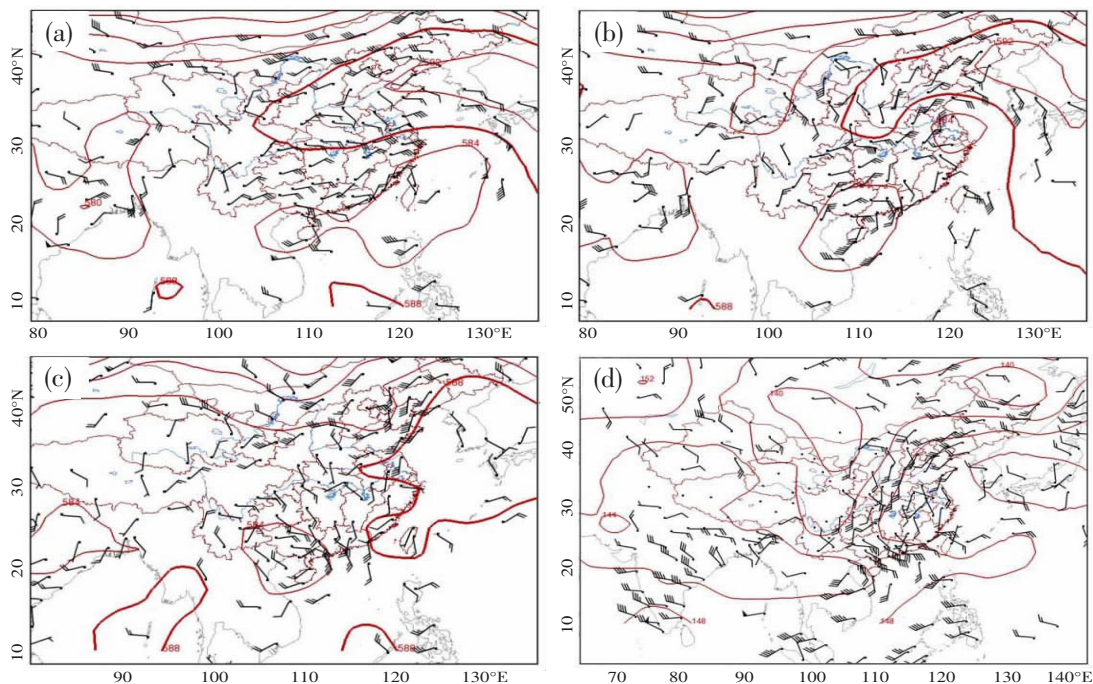


图1 2018年7月19—24日500hPa(a、b、c)和850hPa(d)高度场及风场
(a)21日20时;(b)22日20时;(c)24日08时;(d)19日08时

的摩擦力。另一方面,“山神”离开了高温高湿的海面,也使得后续的能量补充不足,导致“山神”登陆越南后西移入内陆的过程中迅速减弱停编。但 21 日 17 时前后“山神”残涡移入北部湾获得重新发展,并于 21 日 20 时加强为热带低压。下面对其重新加强的原因进行分析。

2.2.1 西南季风供应水汽和能量

7 月 19 日 08 时 850hPa 风场图(图 1d)上,西南季风活跃,控制了我国整个东部地区,其北端甚至达到了东北地区,这支强盛的西南季风源源不断地将南海及孟加拉湾的水汽往我国输送。台风“山神”登陆越南后,其中心正位于西南季风输送水汽的路径上,因此强劲的西南季风持续为“山神”的残留云系供应水汽,使其虽已脱离海面,仍能维持螺旋性,从越南北部的风场可以看出“山神”残留系统的涡旋特征。850hPa 水汽通量散度场(图 2a)19—21 日越南北部均维持一个较强的水汽通量散度负值中心,中心值达 $-40\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{hPa}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ 以上,并且此负值中心有随着“山神”残涡逐渐东移进北部湾的趋势,表明“山神”残涡所处区域具有较强的水汽辐合。

19 日 08 时卫星红外云图(图略)上孟加拉湾季风云团发展旺盛,这也从一个侧面反映出西南季风的强盛以及其所携带的能量和水汽相当充足,因此能够使“山神”登陆很长一段时间后仍能维持其自身的涡旋结构而不至于彻底消散。同时,与风场相对应,“山神”残留系统在云图中也一直维持着弱的涡旋云系特征,在自身涡旋的抬升作用和西南季风输送水汽的共同作用下,阶段性地触发出一些中尺度对流云团,在当地产生强降水。西南季风的强盛维持为“山神”残涡的加强提供了水汽、能量及动力支持。

2.2.2 台风“山神”再次入海发展

7 月 21 日 08 时 500hPa 副高脊线已北抬至 30°N 以北。随着副高的北抬,热带辐合带也有所北抬,其辐合区位于 20°N ,相比于 16 日 08 时北抬了将近 5 个纬距。受热带辐合带北抬影响,“山神”残留系统逐渐转为受辐合带南侧的偏西风影响,从而开始掉头东移。至 21 日下午,其重新移入北部湾。根据 NOAA AVHRR 卫星周平均海表温度监测(图 2d)显示,北部湾海温虽有一个低值区,但海温仍在 27°C 以上。温度较高的海水储存着大量的能量,当“山神”移入北部湾海面时,这些能量和海洋上的大量水汽就被其吸收,使其云系得以重新组织,低层环流中心和深层对流也得以重建。另一方面,当“山神”

残留系统移入北部湾海域后摩擦力变小,更易于其重新发展和加强。

2.2.3 第二类条件不稳定(CISK)机制的作用

大范围西南季风的卷入为“山神”残涡提供了大量的水汽和热量,当其再次入海后高温海面也提供了温暖潮湿的有利下垫面条件,这两个因素都增强了低层的不稳定层结,使得积云对流更容易激发。根据第二类条件不稳定理论,积云对流释放凝结潜热会使对流层中、上层增暖,产生高层辐散,高层辐散促使低层扰动中心进一步降压,产生辐合。“山神”残涡低层具有大量暖湿空气,这种大尺度的低层辐合又反过来供给积云对流发展的水汽和热量。积云对流和大尺度扰动形成了相互之间的正反馈作用,使得积云对流不断被激发,大尺度扰动也得到不断增强,从而使残涡能够不断发展加强。

2.2.4 对流层垂直风切变小

据 7 月 21 日 08 时北部湾上空测站的 TlogP 资料分析,整层均为一致的西南到偏西风, $925\sim 850\text{hPa}$ 之间维持较强的西南风,使低层积累大量的高温高湿能量。 850hPa 以上风速基本在 $6\sim 8\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$, $700\sim 3000\text{hPa}$ 风速差仅 $4\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,对流层垂直风切变小,使得“山神”残涡进入北部湾后,其积云对流产生的凝结潜热不至于被气流带离扰动上空,而是在一个不大的空间范围内不断积聚,使一个有限范围内的气柱不断得到加热,从而有利于形成暖心结构,使扰动中心的气压不断降低,最终发展成热带低压。

2.2.5 有利的高层辐散条件

7 月 20 日 200hPa 散度场(图 2b)上,越南北部到北部湾上空均为正散度区域,中心散度值最大可达 $2.6\times 10^{-5}\cdot\text{s}^{-1}$,表明越南北部到北部湾高空存在较好的辐散条件。并且 20—21 日 100hPa 南亚高压强盛,控制了我国大部地区,华南沿海到北部湾一带位于南亚高压南侧偏东风大风速轴控制区,风速达 $24\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。“山神”残涡正位于此大风速轴出口左侧的辐散区,高层辐散促进了低层辐合上升运动的发展。在此有利的高层辐散条件下,21 日 08 时越南到北部湾一带 925hPa 以下的散度场开始出现负值中心(图 2c),表示低层辐合作用有所加强,水平辐合使得低压的气旋性涡度增加。 850hPa 涡度场(图 2e、图 2f)表明,从 20 日 08 时至 21 日 08 时,越南北部残涡中心附近的涡度从 $3\times 10^{-5}\cdot\text{s}^{-1}$ 增大到了 $6\times 10^{-5}\cdot\text{s}^{-1}$,气旋性涡度的增加表示低压得到进一步发展。

在上述多方面因素作用下,“山神”残留系统最

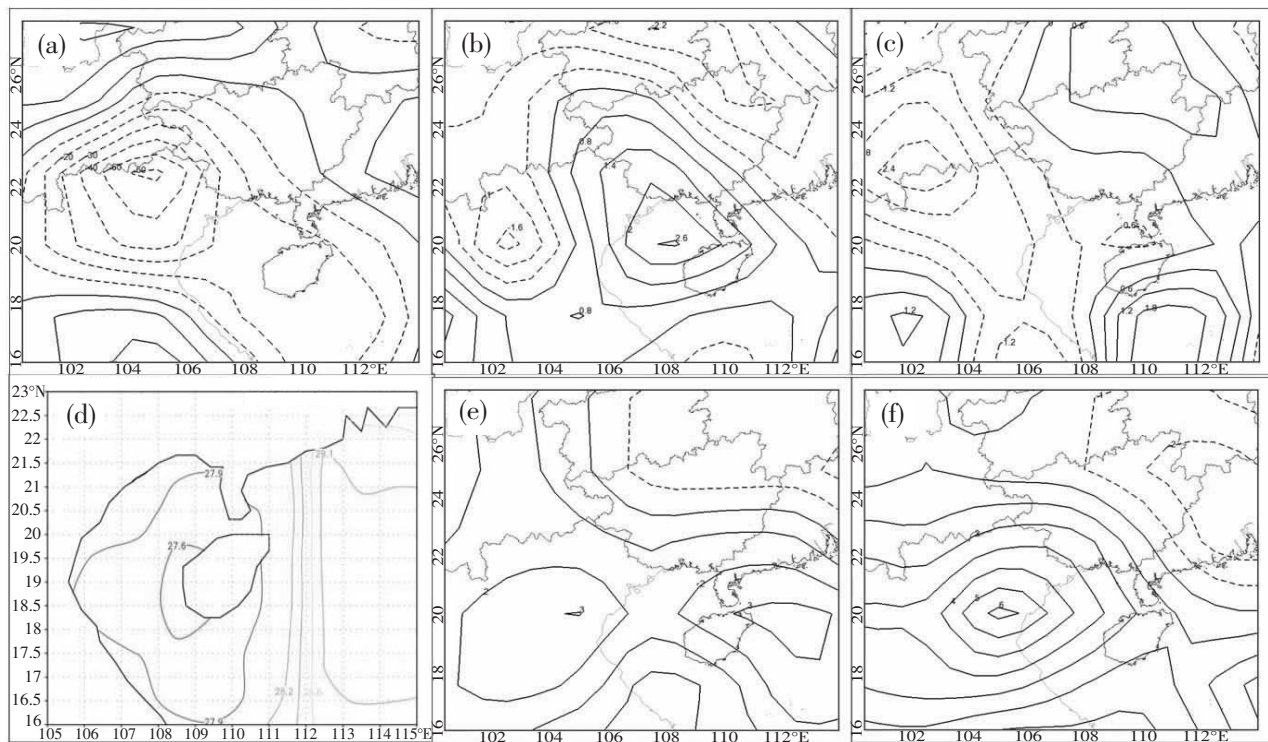


图2 2018年7月19日08时850hPa水汽通量散度场(a)、7月20日20时200hPa散度场(b)、7月21日08时925hPa散度场(c)、7月21日NOAA AVHRR卫星周平均海表温度图(d)、7月20日08时850hPa涡度场(e)、7月21日08时850hPa涡度场(f)

终于21日20时重新发展为北部湾热带低压,中心风速为 $15\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,此时在卫星云图上已经能看出明显的螺旋云系特征。

3 结论与讨论

在有利的天气形势下,台风“山神”残涡进入北部湾重新发展为热带低压的原因主要有以下几点:

(1) 西南季风不断供应水汽和能量使“山神”残涡系统得以维持其螺旋结构;

(2) 在热带辐合带南侧偏西风作用下,“山神”残留系统再次入海,较小的摩擦及高海温使其得以重新发展;

(3) 第二类条件不稳定机制(CISK)中积云对流和大尺度扰动之间的正反馈作用使热带扰动不断发展;

(4) 对流层垂直风切变小,积云对流释放的凝结潜热得以在一定范围内积累,有利于形成暖心结构导致低层减压;

(5) 有利的200hPa高层辐散条件有利于低层辐合,从而加强低压的气旋性涡度。

从形势场、环境场和物理量场等方面分析了台

风“山神”残涡再次加强的原因,对台风残留系统的结构和强度演变过程进行了深入研究。台风残涡需要在满足一定条件的情况下才能够重新发展,其影响因素是多方面的,但低层是否有大量水汽和热量源源不断地输送到台风中心是其中的关键所在,若环流形势和下垫面条件能够使上述条件得到满足,那么台风残留系统则可能继续维持其涡旋结构甚至重新得到发展。

参考文献:

- [1] 胡勇林,洪展,苏尉宣,等.1306号台风“温比亚”影响广西特点分析[J].气象研究与应用,2014,35(1):25-28.
- [2] 杨守懋,王娟怀,郭腾,等.1804号台风“艾云尼”造成广州市特大暴雨的成因分析[J].广东气象,2020,42(2):31-35.
- [3] 王忠东,曹楚,程瀛.相似路径两台风(1513和1521)引发浙江暴雨成因对比分析[J].浙江气象,2020,41(1):6-14,26.
- [4] 卢珊,王黎娟,管兆勇,等.低纬季风涌影响登陆台风“榴莲”(0103)和“碧利斯”(0604)暴雨增幅的比较[J].大气科学学报,2012,35(2):175-185.
- [5] 陈见,赖珍权,罗小莉,等.“尤特”超强台风残留低涡引

- 发的广西特大暴雨成因分析[J].暴雨灾害,2014,33(1):19-25.
- [6] 谢义明,胡玉玲,莎维茹,等.“0808”号台风残留引发特大暴雨成因分析[J].气象科学,2011,31(1):61-66.
- [7] 张树民,王坤,孙刚,等.台风尼伯特(1601)残留低压局地大暴雨成因分析[J].气象科技,2018,46(1):139-148.
- [8] 陈见,覃月凤,翟舒楠,等.“白鹿”台风(1911)残涡造成广西大范围暴雨成因分析[J].气象研究与应用,2020,41(1):65-69.
- [9] 杨诗芳,潘劲松,郝世峰,等.“莫拉克”异常路径分析及预报[J].浙江气象,2011,32(2):3-8.
- [10] 段朝霞,苏百兴.1013号超强台风“鲇鱼”北折路径分析[J].海洋预报,2011,28(5):21-24.
- [11] 李瑞芬,袁月,郭卫华,等.2018年台风“摩羯”和“温比亚”路径的影响因子分析[J].气象科技,2021,49(3):427-436.

Analysis on the causes of Typhoon Son-Tinh (1809) residual vortex reentry into the sea

Li Zitian¹, Gu Mingyue², Huang Li^{1*}, Zhou Yan¹, Huang Zhuofan¹

(1. Nanning Meteorological Bureau, Nanning Guangxi 530029;

2. Longan Meteorological Bureau, Nanning Guangxi 532700)

Abstract: Using conventional meteorological data, satellite cloud images and regional automatic stations, this paper analyzed the causes and moving path of the tropical depression regeneration of the residual system of Typhoon No. 9 Son-Tinh in 2018. The results showed that there were two main reasons for the formation of the Beibu Gulf depression: one was the continuous supply of water vapor and energy by the southwest monsoon to maintain its spiral structure, and the other was the high sea surface temperature in the Beibu Gulf. The second type of conditional instability mechanism made the tropical disturbance develop continuously. The tropospheric vertical wind shear became small, which made the condensation latent heat released by convective precipitation accumulate and led to low-level decompression. High-level divergence and low-level convergence led to the increase of cyclonic vorticity. Affected by the interaction of the westerly wind on the south side of the tropical convergence zone and Typhoon Ampil, the Beibu Gulf depression moved to the south by East, northeast and northwest successively.

Key words: Typhoon Son-Tinh(1809); residual vortex; conditional instability mechanism(CISK)