

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.

Chen Jian, Qin Yuefeng, Zhai Shunan, et al. Analysis of Large-scale Rainstorm in Guangxi Caused by Residual Vortex of typhoon “Bailu” (1911)[J]. Journal of Meteorological Research and Application, 2020, 41(1): 65–69.

“白鹿”台风(1911)残涡造成广西大范围暴雨成因分析

陈 见¹, 覃月凤¹, 翟舒楠¹, 董良森¹, 肖志祥²

(1.广西气象台, 南宁 530022; 2.广西气象科学研究所, 南宁 530022)

摘要: 利用常规气象资料及EC再分析、卫星云图、雷达、中尺度自动站等资料,采用天气动力诊断分析方法,对“白鹿”台风(1911)残涡造成广西大范围暴雨的成因进行分析。结果表明,“白鹿”台风残涡暴雨是在有利的高低空环流形势和强水汽辐合条件共同作用下造成的。有利的环流条件使停编后的“白鹿”残涡强度维持、加强,卫星云图显示“白鹿”南半环云系发展旺盛、密实,雷达回波显示残涡螺旋云带的前端有新生对流发展、传播,从而造成广西大范围暴雨发生。

关键词: “白鹿”台风; 高低空环流; 水汽辐合; 残涡暴雨

中图分类号: P434

文献标识码: A

doi: 10.19849/j.cnki.CN45-1356/P.2020.1.13

引言

台风停编后,常残存低压环流中心。在有利的环境下,残涡可以维持甚至得到加强,造成暴雨以上强降水,这类暴雨除了预报难度大、不确定性高以外,还因发生在“抗台”减灾工作后期,容易麻痹而漏报,造成灾害损失^[1]。台风残涡暴雨发生属于异常天气气候事件,统计表明,1970–2019年共有20次台风残涡影响广西,造成日暴雨10站以上强降水过程17次,即每5a有接近2个台风残涡(17/50)造成大范围暴雨过程,近年来的“苏拉”(1209)、“尤特”(1311)、彩虹(1522)、白鹿(1911)等台风停止编号后,其残涡影响均造成广西大范围暴雨(局部特大暴雨)过程而引起灾害损失严重。检验各家数值预报产品,针对残涡过程降雨预报不管是范围、强度,还是持续时间均比实况小、弱、短。因此,对“白鹿”台风残涡暴雨成因深入研究,形成可供预报应用的经验很有必要。

1 台风“白鹿”概况及特点

2019年第11号台风“白鹿”于8月21日14时

在西北太平洋洋面上生成(图1a),24日13时以强热带风暴级(11级, $30\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)在台湾省屏东县满州乡沿海登陆,25日07时25分以强热带风暴级(10级, $25\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)在福建省东山县沿海地区二次登陆,25日14时在广东省梅州市平远县境内减弱为热带低压,26日05时中央气象台对其停止编号。

“白鹿”停编后,其残涡受副高偏东气流引导进入广西,造成大范围暴雨过程,其中部分地区出现大暴雨、局部特大暴雨。分析显示,“白鹿”台风具有“结构不对称、降雨范围广、局地降雨特强”的特点。“白鹿”螺旋云带偏于台风中心南侧,暴雨主要出现在台风残涡西南侧。据统计,停编后8月26日02时至27日02时,日雨量 $\geq 50\text{mm}$ 有28个国家气象站,其中 $\geq 100\text{mm}$ 有8站,中尺度自动站最大降雨量为玉林容县黎村国家气象观测站257mm(图1b),为特大暴雨。26日凌晨容县黎村1h降雨量达124.6mm,3h雨量达230.3mm。另外,桂东局部出现8~9级的大风,最大风速出现在贵港市港南区 $22\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,造成局地重大灾害。

收稿日期: 2019-12-25

基金项目: 国家自然科学基金(41905077)、2018年中国气象局/广东省区域数值天气预报重点实验室开放基金课题(J201806)

作者简介: 陈见(1962–),男,广西博白人,正高,从事天气预报及其研究工作。E-mail: cjxqt001@163.com

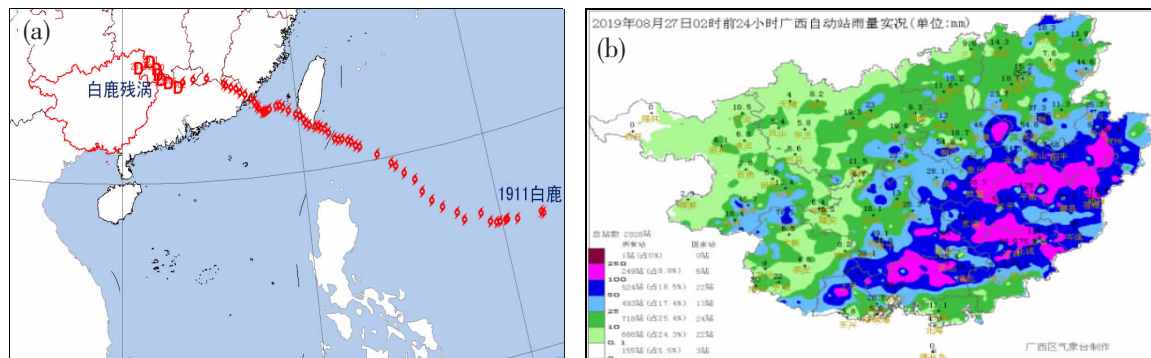


图1 a.“白鹿”路径图,b.8月26日02时–27日02时日雨量实况图

2 “白鹿”台风停编时环流形势分析

从“白鹿”停编(残涡暴雨发生前24h)后的8月26日08时暴雨发生的环流形势分析显示,200hPa南亚高压强盛,并稳定维持,高压中心位于高原东部(图2a),东侧强辐散区覆盖江南北部至华南,“白鹿”台风残涡移入南亚高压高空辐散区之下,有利其较长时间维持^[2-3];500hPa副高呈现出合围“白鹿”残涡的形态,北侧为东西向带状高压坝,东侧为方头状厚实结构,东部沿海有592闭合线,副高缓慢西伸加强,脊线维持在32°N,西脊点伸至新疆,大陆环副高覆盖范围广,大范围合围形态副高引导“白鹿”残涡缓慢西移,残涡中心环流呈东北西南向,形成倒槽状与季风低压区相连接^[4-5],为季风气流输送水汽和不稳定能量提供环境条件(图2b);850hPa台风残涡环

流中心位于湘、粤、桂交界处广东一侧,残涡中心环流有向西偏南延伸的辐合线,孟湾季风低压位于海上,处于发展加强阶段,季风气流越过中南半岛,在华南上空与“白鹿”残涡环流连接(图2c),“白鹿”残涡进入广西前,季风气流已经加大到 $12\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 以上,达到急流强度,表明“白鹿”残涡后期与一支低空季风急流水汽输送通道连结,“白鹿”残涡与季风相互作用,获得充足水汽和潜热能,为暴雨发生提供了水汽和能量条件;地面图上,“白鹿”残涡中心有向西偏南延伸的辐合线(图2d),闭合等压线呈东北西南向,并伸向季风低压区,1002.5hPa、1005.0hPa、1007.5hPa等压线在华南呈南北向,气压梯度大,有利“白鹿”残余环流中激发活跃的中尺度对流产生暴雨。

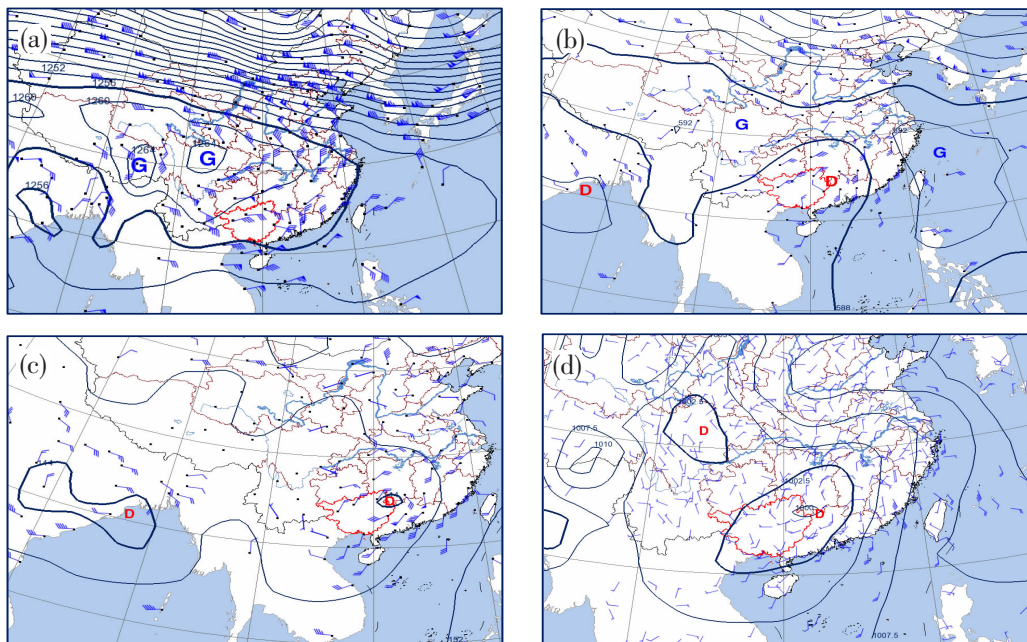


图2 2019年8月26日08时环流形势图

(a-d 分别为 200hPa、500hPa、850hPa 形势图及 26 日 02 时地面图)

3 “白鹿”台风停编物理量场特征分析

从“白鹿”停编后的 8 月 26 日 08 时暴雨发生的物理量场分析显示,动力条件、水汽条件与环流形势相匹配,高低空物理量值均超过暴雨发生所需满足的指标条件^[6-8]。图 3a 为 8 月 26 日 08 时 850hPa 水汽通量与风场叠加图,图中水汽通量大值中心与残涡环流风场中心基本重合,位于湘、粤、桂交界处,南侧西南气流风速 $8\sim 12\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,水汽通量大值中心与残涡同步移入广西,移速 $10\text{km}\cdot\text{s}^{-1}$ 左右,此后至 27 日,“白鹿”残涡缓慢向西偏南方向移动进入广西东

南部,强度减弱缓慢。图 3b 为 8 月 26 日 08 时 850hPa 水汽通量散度图,“白鹿”停编后残涡仍维持一定的强度,季风气流输入使其有所复苏,具有较强的水汽辐合,辐合中心同步移入广西东南部,对暴雨发生提供了有利的水汽条件。图 3c 为 8 月 26 日 08 时 500hPa 涡度图,与“白鹿”残涡对应,湘、粤、桂交界处存在一个涡度大值中心,图 3d 为 8 月 26 日 08 时 500hPa 散度图,在广西东南部也存在一个散度大值区,表明残涡垂直方向环流辐合强度大,对暴雨发生提供了有利的动力条件。

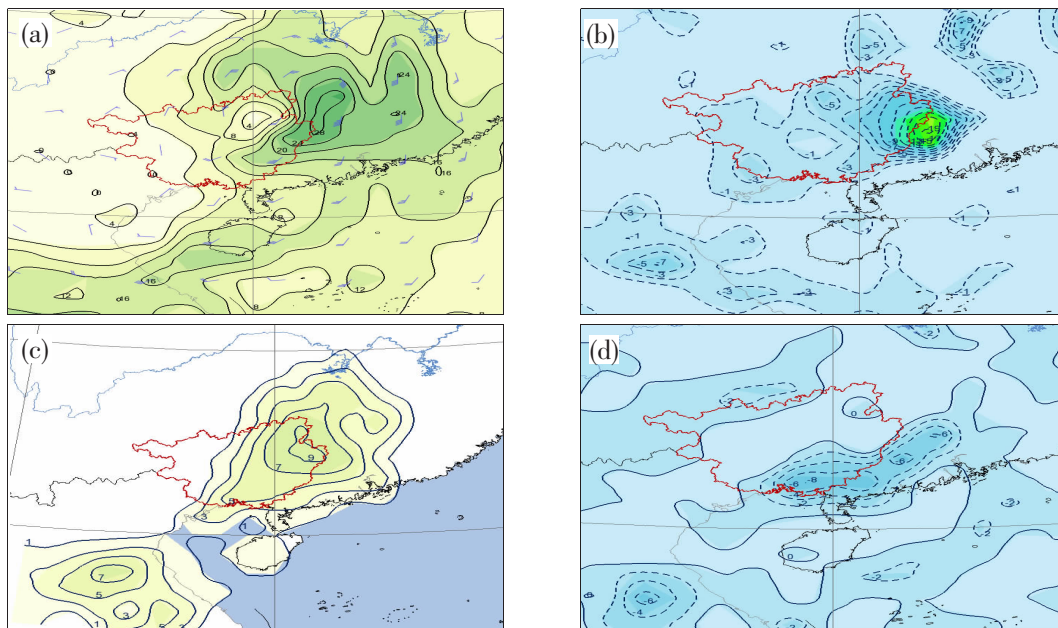


图 3 2019 年 8 月 26 日 08 时 850hPa、500hPa 物理量场
(a-d 分别为:850hPa 水汽通量叠加风场、850hPa 水汽通量散度、500hPa 涡度、500hPa 散度图)

4 卫星与雷达资料特征

4.1 卫星云图特征

“白鹿”台风生成后,云系分布呈现出结构不对称特征。分析显示,“白鹿”在登陆前后,螺旋云系结构明显不对称,南半环云系密实,与季风云系相连,外围螺旋云带清晰可辨,水汽输送通道清晰。北半环云系疏松,边界模糊不可辨,局部有对流单体发展,强弱分布不均,台风中心眼区模糊。“白鹿”停编前,云系结构保持南半环强、北半环弱的形态,但是强度减弱缓慢,25 日 20 时(图 4a),中心强度 15998,位于广东省北部($24.8^{\circ}\text{N}, 114.1^{\circ}\text{E}$),移向西北西,移速 $20\text{km}\cdot\text{s}^{-1}$ 。26 日 02 时(图 4b),中心强度 12002,位于

广东省北部($25.1^{\circ}\text{N}, 113.1^{\circ}\text{E}$),移向西北西,移速未定,这是中央气象台最后一次定位,中央气象台预计此后“白鹿”强度将继续减弱,影响减小。

实况分析显示,26 日 05 时停编后降雨强度并未减弱。根据 25 日 20 时和 26 日 02 时卫星云图分析,26 日 02 时广东沿海对流云系增强,至 26 日 08 时(图 4c),对流云系向北移动与残涡云系联结,强度并未显著下降,反而略有加强,表明此时台风环流中仍存在活跃的中尺度对流活动,同时保持一定的水汽供给,残涡强度有所复苏,至 26 日 14 时(图 4d),残涡云系才出现减弱的特征,但是仍维持南半环强、北半环弱的形态,南半环强降水一直维持至 26 日夜間。

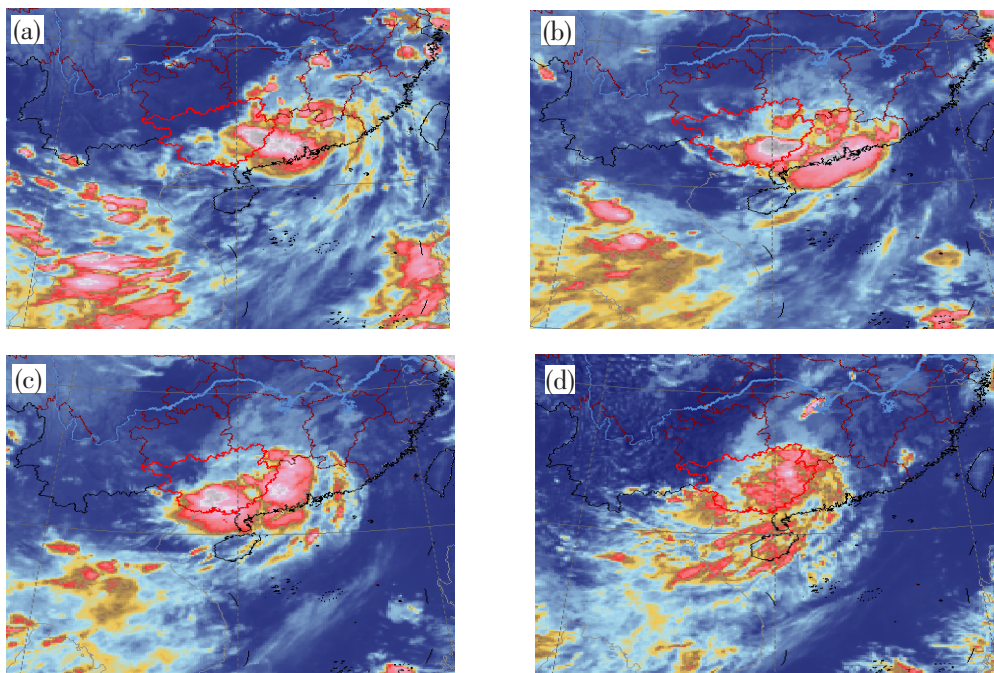


图4 卫星云图

(a-d 分别为:25 日 20 时、26 日 02 时、26 日 08 时、26 日 14 时)

4.2 雷达回波特征

雷达回波演变也反映了“白鹿”停编后维持较强对流特征,8月25日20时,台风本体云系已经进入广西,从梧州雷达站组合反射率分析显示,25日20时,降水回波范围大,以层状云回波为主,镶嵌有小的对流回波带,对流回波带随残涡外围螺旋引导风平移,新生对流在螺旋云带的前端生成,最大回波强度达到50dBz,呈东北西南向移动,移动较缓慢。26日02时,螺旋云带的前端又有新生对流发展,最大回波强度也达到50dBz,强回波带范围与25日20时相当,仍持续较强降水。26日08时至26日14时,螺旋云带前端对流逐渐减弱,强降雨主要以混合云降水为主。由此可见,残涡环流内存在活跃的中尺度对流活动,是导致“白鹿”停编后广西东部长时间降水、累积量达到暴雨到大暴雨的原因。分析显示,螺旋对流云带移动区域的雨强普遍能达到50–80mm·h⁻¹。

此外,26日04时,梧州、容县观测到超过100mm的极端雨强,两广交界的容县黎村、杨村出现124mm和119mm的小时降水,极端性强,跟踪雷达回波演变过程且结合地形分析显示,对流回波带螺旋式传播,新生对流在螺旋回波带的前端生成发展,且黎村和杨村地处东北西南向的云开大山西麓,新生对流在山前迎风坡停滞发展,使得该处强回波

维持,导致极端降水发生。对流回波带向南压后,后部的层状云回波继续影响容县,降水持续,因此造成黎村自动气象站24h(26日02时–27日02时)累计降水达到257mm的特大暴雨。

5 结论与讨论

通过环流形势结合卫星云图、雷达、中尺度自动站等资料分析,归纳出“白鹿”台风残涡暴雨发生的有利环流条件为:

(1)200hPa台风残涡移入南亚高压东侧强辐散区之下;(2)500hPa副高呈现出合围“白鹿”残涡的形态,残涡中心环流呈东北西南向,形成倒槽状与季风低压区相连接,为季风气流输送水汽和不稳定能量提供环境条件;(3)850hPa“白鹿”残涡后期与低空季风急流水汽输送通道连结,与季风相互作用,获得充足水汽和潜热能;(4)“白鹿”残涡具有明显结构不对称特征,南、北半环云系密实程度差异大,南半环云系密实,北半环云系疏松,残涡中心眼区模糊难定;(5)残涡雷达回波范围大,以层状云回波为主,镶嵌有小的对流回波带,对流回波随螺旋引导风平移,在螺旋云带的前端有新生对流生成发展,最大回波强度达到50dBz。

台风停编后仍发生大范围暴雨,一方面环流形势有利残涡加强,水汽条件、动力条件满足强降水发

生;另一方面近年台风停编早,不利降水系统相关性分析,影响过程降水预报研判;因停编早使影响广西台风个数变少,也会影响广西台风等相关气象要素气候变化方面的分析。此外,在此类台风降水预报中,预报员发现参考数值预报而导致降水预报范围、量级偏小的情况常有。可见,要提高台风残涡过程降水预报准确率,还需要从技术和业务流程标准层面进一步完善。

参考文献:

- [1] 蒙焰臻,陈见,韩慎友,等.广西台风残涡暴雨发生特征分析[J].气象研究与应用,2017,38(1):20-25.
- [2] 李英,陈联寿,王继志. 登陆热带气旋长久维持与迅速消亡的大尺度环流特征 [J]. 气象学报,2004,62(2): 167-179.
- [3] 董美莹,陈联寿,郑沛群,等.登陆热带气旋暴雨突然增幅和特大暴雨之研究进展[J].热带气象学报,2009,25(4):495-502.
- [4] 高安宁,谭强敏.“碧利斯”引发广西异常暴雨的成因分析[J].气象研究与应用,2007,28(2):7-10.
- [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] 李艳兰,欧艺,唐炳莉,等.近 50 年影响广西的热带气旋变化特征[J].气象研究与应用,2009,30(2):1-3,45.
- [7] 吴兴国.广西 9607 号热带气旋槽强降雨特征分析[J].广西气象,1996,17(4),17-19.
- [8] 吴兴国.两广登陆热带气旋暴雨增幅天气型落区的特征分析[J].广西气象,1994,15(2):1-10.

Analysis of Large-scale Rainstorm in Guangxi Caused by Residual Vortex of typhoon "Bailu" (1911)

Chen Jian¹, Qin Yuefeng¹, Zhai Shunan¹, Dong Liangmiao¹, Xiao Zhixiang²

(1.Guangxi Meteorological Observatory, Nanning 530022;

2.Institute of Guangxi Meteorological Science, Nanning 530022)

Abstract: Based on the data of conventional meteorology, EC reanalysis, satellite cloud map, radar, mesoscale automatic station, etc., the causes of large-scale rainstorm brought by the residual vortex of typhoon "Bailu" (1911) in Guangxi were analyzed by means of synoptic dynamic diagnosis and analysis. The results show that this residual vortex rainstorm is caused by the coupling of low-and-upper level jets circulation and strong water vapor convergence. The favorable circulation conditions made the residual vortex maintained and even strengthened. The satellite cloud image shows that the southern half ring cloud develops vigorously and densely, and the radar echo indicates that there is new convective development and propagation at the front of the spiral cloud belt of the residual vortex. All these changes led to this large-scale rainstorm in Guangxi.

Key Words: typhoon “Bailu”; low-and-upper level jets circulation; water vapor convergence; residual vortex rainstorm