

蒋亚平, 张玲玲, 苏彦, 等. 台风“山竹”(1822)后期造成崇左市强降水成因分析[J]. 气象研究与应用, 2020, 41(2): 80–83.

Jiang Yaping, Zhang Lingling, Su Yan, et al. Cause analysis of heavy rainfall in Chongzuo City in the late stage of typhoon Mangkhut (1822)[J]. Journal of Meteorological Research and Application, 2020, 41(2): 80–83.

# 台风“山竹”(1822)后期造成崇左市强降水成因分析

蒋亚平, 张玲玲, 苏彦, 毛家桢, 奉意杰

(崇左市气象局, 广西 崇左 532200)

**摘要:** 利用常规气象观测、NCEP 再分析等资料, 对 2018 年台风“山竹”造成崇左市前后期(台风停编为界)降水差异原因进行分析。结果表明, 台风停编后其后部较强的偏南气流与南下的冷空气共同作用引起的降水比台风本体降水大, 台风“山竹”前期产生的降水主要以层状云降水为主, 后期冷暖空气交绥造成大范围对流性降水; 低层正涡度维持对台风停编后冷空气侵入造成的对流性强降水产生起到重要作用。

**关键词:** “山竹”台风; 降水差异; 天气形势; 崇左市

**中图分类号:** P444

**文献标识码:** A

**doi:** 10.19849/j.cnki.CN45-1356/P.2020.2.16

**OSID:**



## 引言

“山竹”是 2018 年登陆我国最强台风, 其具有生命史长、强度强、大风和暴雨范围广的特点。受台风“山竹”引起的强降雨影响, 崇左市境内部分河流出现洪涝灾害。据不完全统计, 崇左市因台风引起的强降雨过程造成直接经济损失达 2563.78 万元。与其他地区主要由台风本体造成强降水不同, 前期崇左市降水不强, 后期(停编后)冷空气南下后与残留的涡旋结合, 出现大范围对流性强降水, 使崇左市局部出现暴雨到大暴雨天气, 前后期降水差异明显是此次崇左市台风强降水的主要特点。针对“山竹”台风的研究, 目前国内已有专家做了研究, 刘佳<sup>[1]</sup>等在研究山竹影响期间深圳大风特征时, 发现中高纬度地区的冷高压与台风低压之间的强气压梯度是造成强风的一个重要原因; 谢文锋<sup>[2]</sup>等通过对“山竹”登陆过程进行数值模拟研究, 发现地面最大风速区出现在距离台风中心大约 50~100km 的位置上; 文萍<sup>[3]</sup>等通过湿位涡诊断对台风“山竹”引发华南暴雨机制进行分析, 表明强的水平风垂直切变有利于低层大气斜压性增强, 造成显著的对流性不稳定, 从而形成大范围暴雨的出现; 黄先香<sup>[4]</sup>等对“山竹”台风龙卷过程进行了观测和预警分析, 指出在环境场有利情况

下, 若低层出现中等以上强度中气旋, 其底高在 1km 以下, 可以考虑发布龙卷预警。另外, 关于台风减弱消亡后, 残余环流与冷空气结合造成较强降水的相关研究成果也有很多, 邓纯<sup>[5]</sup>等指出低层急流的减弱是台风后期降水减弱的主要原因; 张树民<sup>[6]</sup>等指出从不同高度层侵入台风残余环流的冷空气所引起的降水, 其强度和降水特征存在明显的差异; 姚晨<sup>[7]</sup>等指出冷空气侵入暖湿气流后使得大气斜压性增强, 使得层结更加不稳定, 有利于产生深厚的垂直运动发展, 进而造成较强降水的出现; 黄莉<sup>[8]</sup>等研究表明, 当有适当冷空气南下影响时, 台风暴雨站数会明显增多。但关于“山竹”台风造成崇左市前后期降水差异的原因研究未见报道。因此, 利用常规气象观测资料和 NCEP 再分析资料, 对台风“山竹”造成崇左市前后期降水差异的成因和相关特征进行分析和研究, 以期在今后此种类型台风降水预报提供经验, 对于提高崇左市台风降水预报能力具有积极意义。

## 1 过程降水特征分析

2018 年 9 月 17–18 日台风“山竹”过程, 崇左市出现暴雨、局地大暴雨到特大暴雨天气, 并伴有 7~8 级大风, 全市雨量 100~250mm 的乡镇有 26 个, 最大为 227.3mm, 50~100mm 有 46 个。降水可分为前、后

收稿日期: 2019-10-28

基金项目: 广西气象局面上项目(桂气科 2020M04)

作者简介: 蒋亚平(1993-), 男, 助理工程师, 主要从事中短期天气预报和强对流天气预报预警服务。E-mail: lovjiangyp@sina.com

期两个阶段, 第一个阶段为 17 日 02 时至 16 时, 台风进入广西并向西北方向移动, 进入百色市后减弱停编, 这一阶段崇左市大部出现了降水天气, 从小时雨强来看并不大, 但持续时间长, 累计雨量较大; 第二阶段从 18 日 03 时至 23 时, 主要以短历时强降水为主, 小时雨强较大, 最大达  $47.8\text{mm}\cdot\text{h}^{-1}$ , 可能与冷空气南下引起的对流性降水有关。总体来说, 台风外围对崇左市降水的影响较小, 后期冷空气南下引起的对流性降水较台风本体造成的降水强度明显偏大。

## 2 环流背景场分析

从高低空形势分析, 200hPa 南亚高压具有明显的东部型特征, 高压中心位于长江中下游及以南地区, 脊线位于  $28^{\circ}\text{N}$  左右, 华南南部处于高压南侧东南辐散流场, 具有明显的潮湿不稳定特征, 南亚高压稳定维持, 对副热带高压稳定维持及台风较长时间存在有利; 500hPa 副热带高压快速加强(图 1), 且与大陆高压打通, 呈东西带状控制长江中下游及以南地区, “山竹”在副高南侧偏东气流引导和自身内力作用下稳定向西北方向移动; 此次台风低层环流形势较为完整, 台风与副高之间的东南急流稳定维持; 在贵州至湖南北部一带有切变线存在, 切变线缓慢南下, 引导地面冷空气侵入桂北和桂西地区, 是造成台风停编后桂西强降水的主要原因。

地面图上, 四川盆地至长江中游地区有锋面缓慢南压, 广西处于锋前暖区, 局地加热促使热低压发

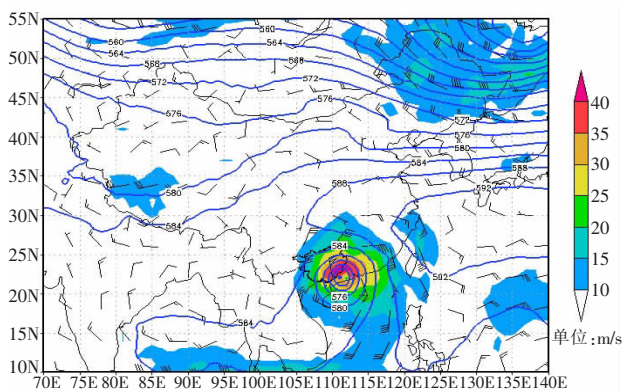


图 1 2018 年 9 月 16 日 20 时天气形势综合配置图  
(实线为 500hPa 高度场, 风向杆为 850hPa 风场, 填色区为 850hPa 大风区)

展, 使得广西大部, 特别是桂西地区 15 日至 16 日地面温度升高明显, 最高温度超过  $37^{\circ}\text{C}$ , 为台风暴雨的产生提供了充足的能量; 16 日 20 时, 锋面已南压至贵州南部, 桂北地面已有弱冷空气侵入, 台风登陆时, 台风结构维持较完整, 降水主要以台风本体降水为主, 进入广西后, 由于地面冷空气侵入, 台风迅速减弱填塞, 深入内陆后, 主要降水变为对流性降水, 这是台风后期崇左降水明显大于前期的一个重要原因。

## 3 物理量场分析

### 3.1 水汽通量散度场分析

分析水汽通量散度场发现(图 2), 台风登陆前后, 最大水汽辐合区主要集中在台风中心附近, 16

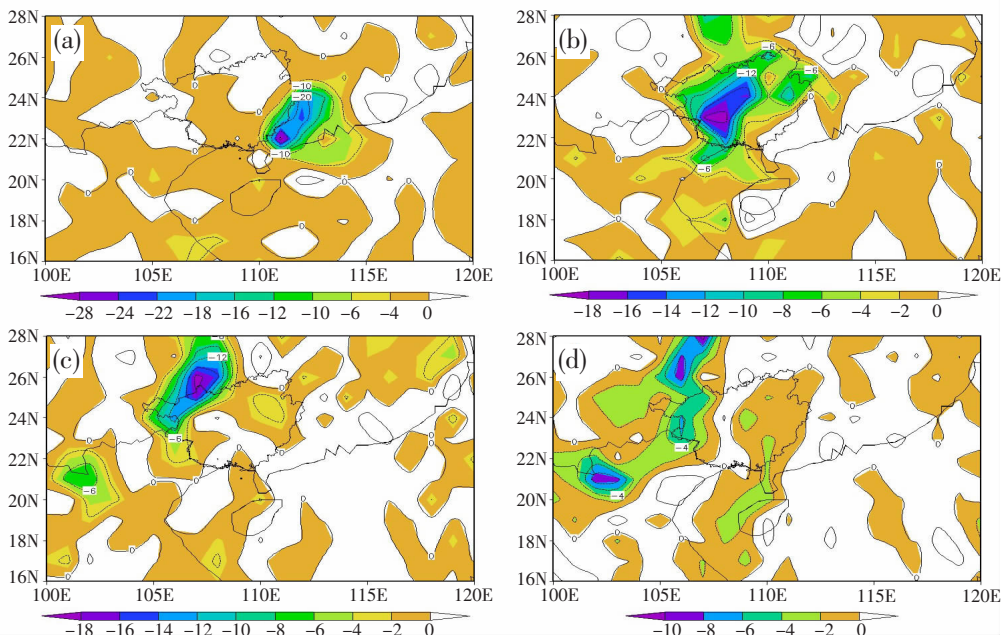


图 2 850 hPa 水汽通量散度场

(a) 16 日 20 时; (b) 17 日 08 时; (c) 17 日 20 时; (d) 18 日 08 时; 单位:  $\times 10^{-5}\text{g}\cdot(\text{s}\cdot\text{cm}^2\cdot\text{hPa})^{-1}$

日 20 时, 广东中西部和广西东部为较大水汽辐合区, 水汽通量散度最大为  $-80 \times 10^{-5} \text{g} \cdot (\text{s} \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{hPa})^{-1}$ , 具有较强水汽上升运动, 为大范围强降水的发生提供了水汽和动力条件, 而此时崇左市上空水汽通量散度仅为  $-20 \times 10^{-5} \text{g} \cdot (\text{s} \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{hPa})^{-1}$ ; 台风登陆前, 南海和印度洋对台风的水汽输送较为明显, 使得台风登陆后能维持较强的强度, 16 日 23 时之后, 南海水汽输送减弱, 水汽通道逐渐被阻隔, 台风迅速减弱。17 日 20 时, 台风减弱填塞后, 冷空气侵入桂北和桂西, 到 18 日凌晨开始, 桂西水汽辐合增大, 崇左市上空水汽通量散度跃升至  $-50 \times 10^{-5} \text{g} \cdot (\text{s} \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{hPa})^{-1}$ , 较前期明显增加, 这是后期崇左市降水明显增大的一个重要原因。

### 3.2 垂直速度场分析

分析垂直速度场发现, 16 日 20 时, 台风进入粤西, 850hPa 强上升运动区主要位于台风本体北部, 速度最大值为  $-3.5 \text{Pa} \cdot \text{s}^{-1}$ , 而崇左市上空此时垂直上升速度较小, 所产生的降水强度也不大, 深入内陆后, 由于水汽和能量的输送减弱, 台风迅速减弱, 水汽辐合上升减弱, 台风本体降水也随之减弱, 至 18 日凌晨后, 冷空气南下, 与台风带来的暖湿气流结合, 冷暖空气相遇产生较大的辐合上升运动, 强上升运动区主要位于桂西地区, 崇左市 850hPa 垂直速度上升到  $-2 \text{Pa} \cdot \text{s}^{-1}$ , 而此时崇左市的降水强度也明显增强。

### 3.3 涡度场分析

选取大新县福隆乡作为分析参考点做 16 日—19 日的时间剖面图(图 3)显示, 涡度正值区主要位于台风中心附近, 台风靠近时, 福隆乡上空最大正涡

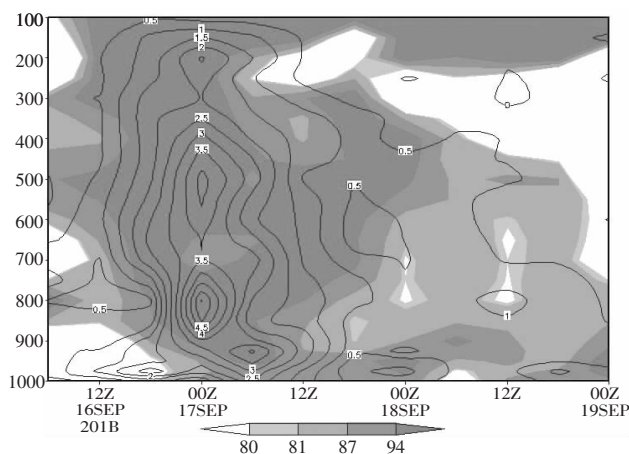


图 3 涡度时间剖面图

选取点为崇左市大新县福隆乡 ( $23^{\circ}\text{N}, 107.5^{\circ}\text{E}$ ), 填色为相对湿度, 时间为世界时, 涡度单位:  $\times 10^{-4} \text{s}^{-1}$

度位于 850 百帕的较低层, 福隆乡降水以中低云降水为主; 台风填塞后, 福隆乡中上层有明显的干空气侵入, 低层仍较湿润且具有一定的正涡度, 使得层结极不稳定, 有利于出现强对流天气。

## 4 稳定度条件分析

分析台风填塞后南宁 18 日 08 时探空资料发现, 对流抬升高度较低; 从能量条件分析, cape 值达  $461.8 \text{J} \cdot \text{kg}^{-1}$ , 具有较高的不稳定能量; 从不稳定条件分析, K 指数达  $31^{\circ}\text{C}$ , SI 指数为  $-0.31^{\circ}\text{C}$ , 具有较大的层结不稳定性; 从上下层湿度分析, 低层湿润, 中层较干; 从风向杆分析, 近地层转为弱东北风, 中低层为较大的东南风控制, 具有较大的垂直风切; 以上条件均有利于强对流天气的发生。

## 5 云图分析

卫星云图分析显示, 台风登陆时结构非常完整, 边界清晰可见, 有明显眼区, 顶部白亮且密实, 主体云系呈圆形分布, 外围螺旋云带活跃, 台风登陆后, 北部螺旋云带迅速破碎成螺旋条状, 台风整体圆形遭到破坏, 且南部季风云团减弱, 水汽及热量输送的减弱使得台风迅速减弱, 到 17 日 00 时, 台风结构不再完整, 以中低云为主, 崇左市开始出现层状云降水, 降水强度较弱, 但持续时间较长, 且在长江中下游地区有强对流云团发展, 这与冷空气侵入有关; 18 日 03 时, 冷空气南下至崇左北部, 与台风残留暖湿气流相遇, 崇左至南宁北部有强对流云团发展并南移, 最大小时雨强达  $47.8 \text{mm}$ , 冷暖空气在桂西南崇左市对峙, 造成了崇左市较长时间强降水天气。

## 6 雷达资料分析

选取崇左市雷达站观测资料分析组合反射率因子, 此次台风对崇左市的降水主要以层状云降水为主, 回波强度较弱, 但分布范围广, 实际降水也以小雨为主, 小时雨强不大, 但由于影响时间长, 累计雨量大; 台风减弱填塞后, 回波减弱, 地面有弱冷空气侵入崇左市, 18 日凌晨开始, 崇左市南部开始有对流回波发展, 并不断向北传播, 最大回波强度达到  $53 \text{dBZ}$ , 但回波发展高度不高, 只有  $3 \sim 4 \text{km}$  左右, 整个过程的 VIL 值均不大; 底层冷空气持续侵入, 与台风带来的丰富暖湿空气结合, 使得崇左市上空的对流回波不断生成并沿相同路径传播, 形成部分乡镇的降水具有明显的列车效应。



## 7 小结

(1)台风“山竹”停编后,其后部强偏南气流与南下冷空气共同作用,后期造成崇左市强降水比台风本体降水大;

(2)低层正涡度维持对台风停编后冷空气侵入造成的对流性强降水产生起到重要作用;

(3)台风“山竹”前期产生的降水主要以层状云降水为主,后期冷暖空气交绥造成大范围对流性降水。

### 参考文献:

- [1] 刘佳,陈元昭,江崑.1822 号台风“山竹”影响期间深圳大风特征初步分析[J].广东气象,2019,41(5):11-14.
- [2] 谢文锋,王刚,张有洋.台风“山竹”登陆前后广东沿海珠三角机场阵风预报方法研究[J].气象研究与应用,2019,40

(4):28-32.

- [3] 文萍,许映龙,柳龙生.台风“山竹”(1822)引发华南暴雨过程机制分析[J].海洋气象学报,2019,39(3):29-35.
- [4] 黄先香,炎利军,王硕甫,等.1822 号“山竹”台风龙卷过程观测与预警分析[J].热带气象学报,2019,35(4):458-469.
- [5] 邓纯,熊志刚,李阳,罗伟华.“艾云尼”台风梅州降水的特点分析[J].广东水利水电,2018(12):41-45.
- [6] 张树民,吴海英,陈聪,王坤,吴彩霞,顾沛澍.不同高度冷空气侵入登陆台风暴雨过程对比分析[J].中国农学通报,2020,36(17):108-117.
- [7] 姚晨,娄珊珊,叶金印.冷空气影响台风暴雨的中尺度分析及数值模拟[J].暴雨灾害,2019,38(3):204-211.
- [8] 黄莉,白龙,李紫甜.适当冷空气对秋季台风暴雨增幅作用研究[C].2017 中国-东盟防灾减灾与可持续发展论坛-气象专题论坛论文集,中国科学技术协会、广西壮族自治区人民政府:广西气象学会,2017:5-14.

## Cause analysis of heavy rainfall in Chongzuo City in the late stage of typhoon Mangkhut (1822)

Jiang Yaping, Zhang Lingling, Su Yan, Mao Jiashen, Feng Yijie  
(Chongzuo Meteorological Bureau, Chongzuo Guangxi 532200)

**Abstract:** Using conventional meteorological observation data and NCEP reanalysis data, the precipitation difference in Chongzuo caused by typhoon Mangkhut were analyzed. The results showed that, for Chongzuo City, the precipitation caused by the interaction of strong southerly air flow and cold air in the south was significantly higher than that caused by the typhoon itself. The precipitation in the early stage of typhoon Mangkhut mainly consisted of stratiform cloud precipitation, and the later stage of cold and warm air interaction resulted in large-scale convective precipitation; the low-level positive vorticity maintained the cold air intrusion after the typhoon stopped. The convective heavy rainfall caused by the inflow played an important role.

**Key words:** typhoon Mangkhut, precipitation difference, weather situation, Chongzuo City