

周慧, 周莉, 刘电英, 等. 2015年11月湘江流域罕见的冬季暴雨天气过程分析[J]. 灾害学, 2018, 33(1): 136–139.
[ZHOU Hui, ZHOU Li, LIU Dianying, et al. Analysis of the Rare Rainstorm Weather Process in Xiangjiang Basin in 2015[J]. Journal of Catastrophology, 2018, 33(1): 136–139. doi: 10.3969/j.issn.1000-811X.2018.01.024.]

2015年11月湘江流域罕见的冬季暴雨天气过程分析^{*}

周 慧, 周 莉, 刘电英, 尹冬德

(湖南省气象台, 湖南 长沙 410008)

摘 要: 综合利用多源资料及NCEP/NCAR再分析资料, 对2015年11月10–12日湘江流域冬季罕见的暴雨过程进行分析。结果表明, 此次强降水过程是1961年有气象记录以来湘江流域最大洪水过程。孟加拉湾低槽东移、西太平洋副高强度偏强、脊线稳定维持在20°N附近、近地面东部冷高压与向东移动的暖低压在湘江流域对峙为此次强降水的发生提供了有利的环流背景。强降水发生在大气层结稳定的状态, 旺盛的西南暖湿气流与冷空气在湘江流域交汇, 配合持续稳定的辐合上升运动等条件, 造成了湘江流域罕见的冬季暴雨天气过程。

关键词: 湘江流域; 冬汛; 大气层结特征; 大暴雨; 假相当位温(θ_{se})

中图分类号: X43; P45; P42 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000–811X(2018)01–0136–04

doi: 10.3969/j.issn.1000–811X.2018.01.024

暴雨是我国常见的灾害性天气之一。国内外学者关于暴雨的研究大多集中在汛期^[1–5], 而秋冬季暴雨^[6–7]发生发展机制有着自身不同的特点^[8–9], 如陈丽芳等^[10]、喻淑华等^[11]对秋冬季一次暴雨进行了研究, 强调了低空急流强水汽输送和动力不稳定造成的影响。冯建民等^[12]用雷达对华西一次秋冬季暴雨进行了分析, 发现自西南向东北方向移动的“列车效应”是暴雨形成的主要原因。刘勇等^[13]发现高空急流给强降水提供强劲的上升运动并且加强了低空急流, 而低层持续强劲的冷空气对暴雨影响显著。黄萍^[14]对2008年10月一次暴雨过程进行分析, 发现冷空气、热带低压为此次暴雨提供有力的天气背景条件。但对湖南冬季暴雨的发生发展机制鲜有研究。

2015年11月中上旬, 湖南省出现了长时间连阴雨天气, 期间湘江流域发生三次暴雨, 省内多个台站降水突破历史极值, 是1961年有气象记录以来湘江流域最大洪水。此次暴雨是2015年冬季罕见的暴雨天气过程, 相比夏季暴雨成因具有不同的特征。本文使用多源融合资料及NCEP再分析资料对该暴雨过程进行研究, 以揭示冬季暴雨的气象成因和发展演变, 提炼出预报着眼点, 为减轻洪涝灾害和提

高冬季暴雨预报准确率提供参考依据。

1 天气实况与降水特征概况

1.1 雨情

2015年11月上中旬, 湘江流域出现了三次大暴雨天气过程, 降雨时段主要出现在7–8日、10–12日和15–17日, 强降雨主要位于湘中以南地区(图1)。永州、郴州、邵阳、衡阳、株洲等地共884个乡镇累计雨量超过100 mm, 其中永州、郴州及邵阳共170个乡镇超过200 mm, 永州北湖区华塘降雨量最大为303.8 mm。雨量较历年同期明显偏多, 致使湘江中上游发生了自1961年有气象资料记载以来同期最大冬汛, 汛情非常严峻。

1.2 水文及灾情

受强降雨影响, 湘江支流潇水、耒水、洣水水位大幅上涨, 干流衡山以上全线超警戒水位。潇水道县站11月13日10:41出现洪峰水位172.26 m, 超警戒1.26 m, 相应流量3 750 m³/s; 共造成永州、郴州、衡阳、邵阳41个县区51.22万人受灾, 倒塌房屋632间, 转移人口3.93万人, 因灾直接经济损失达8.94亿元。由于第二

^{*} 收稿日期: 2017–04–14 修回日期: 2017–07–31

基金项目: 2016年中国气象局预报员专项“湘北罕见的冬汛暴雨天气过程分析”(CMAYBY2016–049); 气象关键技术与集成面上项目“基于GRAPES–MESO湖南暴雨预报技术研究”(CMAGJ2014M36)

第一作者简介: 周慧(1973–), 女, 汉族, 湖南长沙人, 硕士, 正研级高级工程师, 首席预报员, 目前从事天气预报和数值预报方面的研究. E-mail: 514446798@qq.com

通讯作者: 周莉(1989–), 女, 汉族, 江苏扬州人, 硕士, 工程师, 目前从事天气预报与研究工作. E-mail: 442601285@qq.com

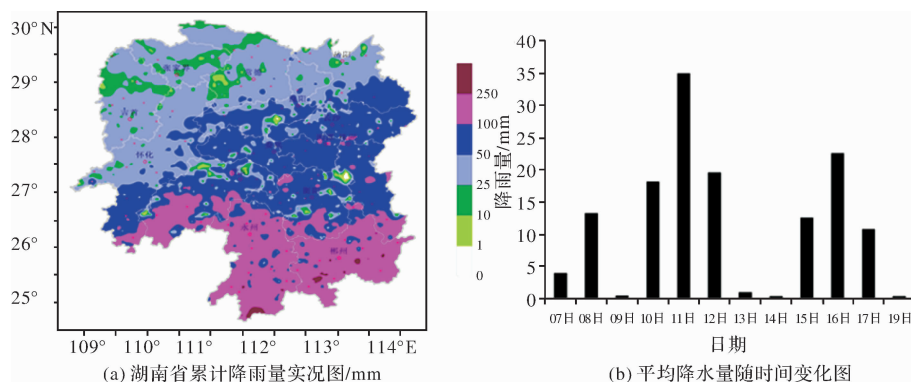


图1 湖南省2015年11月7-19日降水量实况图

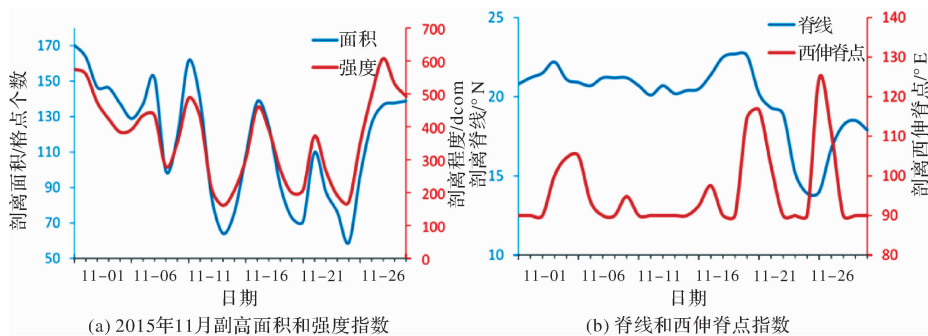


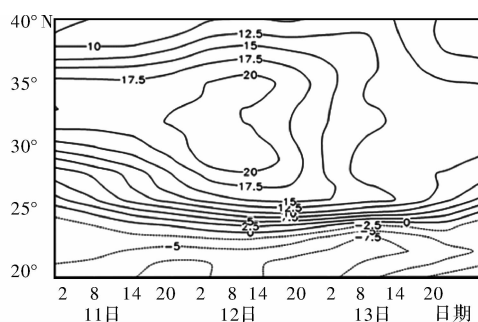
图2 2015年11月副高指数变化序列图

个时段10-12日暴雨强度最大,持续时间长,并且灾害也较为严重,因此本文主要针对此次冬季暴雨过程成因进行分析。

2 大尺度环流背景场

500hPa环流形势特征为两脊一槽形势(图略),乌拉尔山脊加深,随着强冷空气侵入,强冷平流使得高空槽加深东移,副热带高压也开始断裂,槽后冷空气与副热带高压西北侧的西南暖湿气流在湘江流域地区交汇,近地面我国东部的冷高压与向东北移动的暖低压在湘江流域对峙为此次强降水的发生提供了有利的环流背景。另外,西太平洋副高强度偏强、脊线稳定维持在 20°N 附近,造成此次强降水过程持续时间长。本文从反映西太平洋副高的四个主要指数进行分析,发现副高面积和强度变化一致,并且面积和强度变化与三次主要强降雨时段相对应,从图2b可以看出,第2次强降雨时段副高面积和强度均为11中上旬最大,其中面积指数达到160,而强度为487,且面积和强度增加时间都较强降水提前6h左右,因而副高面积和强度变化对强降水的发生有一定的指示意义。从图2a可以看出在此次强降水过程中,副高脊线和西伸脊点位置都比较固定,其中脊线维持在 $20^{\circ}\sim 22^{\circ}\text{N}$,脊线位置较平均态偏北。西伸脊点维持在 90°E 附近,较往常偏西。副高稳定维

持有利于西侧的西南暖湿气流源源不断的由南海和西太平洋向湖南地区输送,水汽条件旺盛。三次强降雨时段跟副高强度和面积在特定位置上做周期震荡有关,当副高面积偏大,强度偏强时,更容易引发强降水。

图3 2015年11月11日02时-13日20时沿 112°E 强降水中心大气层结 $\Delta\theta_{se(500-850)}$ 的时间-经向剖面图

3 大气层结特征

由大气层结时间-经向剖面图可以看出(图3),在强降水过程中,湖南大气层结 $>0^{\circ}\text{C}$,表明大气层结处于对流稳定状态,在暴雨的大值中心,甚至能够达到 20°C ,说明在低层没有明显的不稳定能力存在,大气层结非常稳定,这是比较罕见的个例,因为稳定的大气层结不利于对流的发展,从暴雨理论上讲不利于暴雨发生,而湖南夏季暴

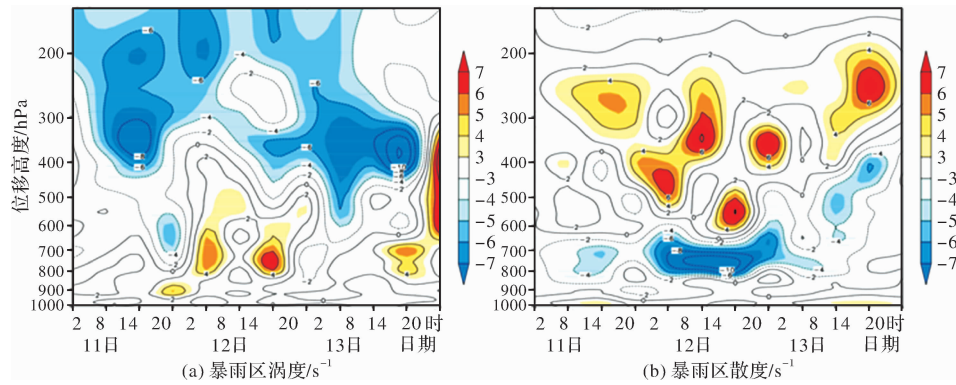


图4 2015年11月11日02时-12日20时暴雨区涡度和散度的时间-高度剖面图

雨一般都发生在不稳定的大气层结中^[4-5], 这说明此次冬季暴雨的发生发展机制与一般夏季暴雨生成因存在很大的不同, 以后将加强冬季暴雨的样本研究。

4 气象成因分析

4.1 水汽因子

有研究指出^[13-14], 暴雨对低空急流是非常敏感的, 低空急流微小变化会引起水汽条件的巨变, 从而导致暴雨强度的显著变化。11日20时, 850 hPa低空有来自南海的西南急流(图略), 中心风速超过了14 m/s, 形成强烈的风场辐合, 同时为暴雨区输送了大量的暖湿气流, 而湘东南地区位于急流轴的正前方, 有利于暴雨天气的发生。

4.2 动力因子

动力抬升是暴雨发生的触发条件, 下面将从涡度、散度来分析暴雨过程的动力条件。沿强降水中心(112°E, 25.5°N)做涡度和散度的时间-高度剖面图, 由涡度剖面图(图4a)可以看出, 500 hPa以下为正涡度, 12日02时, 低层涡度中心最大值为 $5 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$, 而500 hPa以上为负涡度, 负涡度大值区位于200 hPa, 中心超过 $-6 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$, 涡度中心出现的位置和时间对暴雨有较好的指示作用。这种配置有利于低层暖湿空气向高层输送, 并且高层负涡度抽吸作用使得该过程动力作用加强, 高低层正负涡度的配置有利于暴雨的产生。

从散度场(图4b)可以看到12日02时低层850hPa散度达到 $-7 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$, 表明辐合明显, 对应高空400~500 hPa之间为正散度的大值区, 表明有强烈的辐散, 这种低层辐合高层辐散的配置有利于垂直上升运动的发展。从该强降水过程的动力条件分析表明, 虽然大气层结非常稳定, 但在暴雨期间的低层辐合、高层辐散和正负涡度的耦合, 仍可产生大暴雨天气, 低层强水汽辐合

的维持, 是此次持续性暴雨发生的主要原因。

4.3 热力因子

热力条件是对流性降水发生的有利因子, 而系统性的暴雨过程往往是伴随强的对流降水。下面结合假相当位温和垂直速度沿112°E的垂直剖面来分析该过程的热力条件。从图5可以看出, 在25°N以北 θ_{se} 等值线相当密集, 表明能量锋区强, 锋前偏南风强盛, 有利于对流发展, 该暴雨过程为锋后降水。

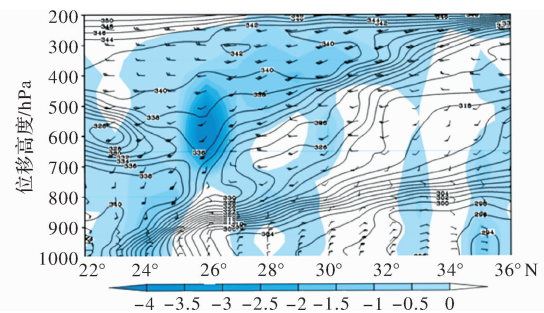


图5 2015年11月12日02时沿112°E强降水中心的垂直速度(阴影表示垂直上升, 单位: Pa/s)和假相当位温(黑色实线, 单位: K)经向剖面图

5 结论

本文综合利用多源资料和NCEP/NCAR再分析资料对2015年11月发生在湘江流域罕见的冬季暴雨天气过程进行了综合分析, 得到以下结论。

(1) 乌拉尔山脊线加强, 孟加拉湾低槽的东移, 西太平洋副高强度偏强、脊线稳定维持在20°N附近, 近地面我国东部的冷高压与向东北移动的暖低压在湘南对峙为此次强降水发生提供了有利的环流背景。

(2) 此次冬季暴雨过程的层结特征与一般夏季暴雨有明显的差异, 即强降水发生在大气层结稳定的状态下, 这是比较罕见的。

(3) 湘江流域位于低空急流轴的左前方, 从孟

加拉湾来的西南暖湿气流与来自北方的冷空气在此交汇, 配合持续稳定的辐合上升运动及高能量锋区, 为此次罕见的暴雨过程提供了有利的水汽、动力条件。

参考文献:

- [1] 李峰, 张芳华, 熊敏淦. 2005 年“5.31”湖南暴雨过程触发维持机制[J]. 气象, 2006, 32(3): 71–77.
- [2] 董海萍, 赵思雄, 曾庆存. 2004 年初夏一次云南暴雨过程的中尺度系统及其水汽特征分析研究[J]. 热带气象学报, 2011, 27(5): 657–668.
- [3] 黄小玉, 陈媛, 顾松山, 等. 湖南地区暴雨的分类及回波特征分析[J]. 大气科学学报, 2006, 29(5): 635–643.
- [4] ZHOU Hui, ZHU Guoqiang, CHEN Jiangmin. Numerical simulation of south China sea monsoon onset based on grapes model and experiments on initial model fields[J]. Journal of Tropical Meteorology, 2010, 4(1): 41–46.
- [5] 叶成志, 唐明晖, 陈红专, 等. 2013 年湖南首场致灾性强对流天气过程成因分析[J]. 暴雨灾害, 2013, 22(1): 1–10.
- [6] 张新主, 章新平, 张剑民, 等. 1999–2008 年湖南省暴雨特征分析[J]. 自然灾害学报, 2011, 18(1): 19–25.
- [7] 戴泽军, 刘志雄, 李易芝, 等. 近 54 年湖南区域暴雨的时空分布特征[J]. 暴雨灾害, 2015, 34(1): 41–46.
- [8] 方建刚, 白爱娟, 陶建玲, 等. 2003 年陕西秋季连阴雨降水特点及环流条件分析[J]. 应用气象学报, 2005, 16(4): 506–517.
- [9] 李杜宏, 胡淑兰, 王旭仙, 等. 渭河流域致洪暴雨的天气学分析[J]. 西北大学学报, 2007, 37(1): 145–152.
- [10] 陈丽芳, 陈勇明. 长江中下游两次罕见连阴雨强降水的对比分析和模拟[J]. 高原气象, 2011, 30(2): 397–405.
- [11] 郁淑华. 一次华西秋季大暴雨的水汽分析[J]. 高原气象, 2004, 23(5): 689–696.
- [12] 冯建民, 纪晓玲, 陈晓娟, 等. 干旱区一次连阴雨过程中暴雨天气的多普勒雷达图像特征[J]. 兰州大学学报(自然科学版), 2010, 46(1): 90–95.
- [13] 刘勇, 徐娟娟, 李明娟, 等. 陕西中南部一次秋季连阴雨区域性暴雨的成因分析[J]. 高原气象, 2013, 13(3): 34–39.
- [14] 黄萍. 一次热带低压引发的三亚市大暴雨的成因分析[J]. 气象研究与应用, 2010, 31(2): 99–101.

Analysis of the Rare Rainstorm Weather Process in Xiangjiang Basin in 2015

ZHOU Hui, ZHOU li, LIU Dianying and YING Dongde

(Hu'nan Provincial Meteorological Observatory, Changsha 410008, China)

Abstract: Based on the national centers for environmental prediction global forecast system reanalysis data, weather station data and Doppler radar data, we have analyzed a heavy rain event that occurred in Hun'an in 10-12 November 2015. The results show that it was the largest flood in Xiangjiang basin since 1961. After the ridge line was strengthened in Ural, the low move to the east in the Bay of Bengal, the western Pacific subtropical high strength is stronger, the ridge line is maintained at 20°N, the cold high in the near surface area in East China and the warm low moving to northeast confrontation in South Hu'Nan, the heavy rain occurred in the advantageous circulation background, it occurred in addition to steady atmospheric stratification. The southwest moist air from the Bay of Bengal meets the cold air from the north, dynamic condition was provided by sustainable convergence and updraft, due to the heavy rain event.

Key words: Xiangjiang basin; flood; the stratification structure; heavy rain