

文章编号:1673-8411 (2016) 04-0050-04

2014 年盛夏湖南两次大暴雨过程的对比分析

谭德权, 王晶晶, 向 钢, 吕校华, 杨志军

(湖南省邵阳市气象局, 湖南 邵阳 422000)

摘要:利用 NCEP1°×1°再分析资料、湖南省 96 个气象观测站降水资料,对 2014 年 7 月 3-5 日和 11-17 日分别出现的两次大暴雨过程从大气环流背景、水汽条件、低空急流配置等方面进行对比分析。结果表明:“7.3”暴雨是高空槽引导低涡切变东移引起的,雨强较强,但随着高空低槽东移降水快速结束;而“7.11”暴雨发生在副高边缘,由于副高一直维持在湖南上空,导致降水维持了很长一段时间。从水汽条件看,两次暴雨发生前期湖南高空都为高湿状态,最大比湿都在 $14\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 以上,比湿大值中心都位于湘西,达到 $18\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$;不同的是“7.03”暴雨的水汽通道有两支,一支来源于南海,一支来源于孟加拉湾,其水汽通量散度中心强度达到 $-6\times 10^{-6}\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{hPa}\cdot\text{s}^{-1}$,与“7.3”相比,“7.11”暴雨水汽主要来源于南海,水汽通量散度中心强度比前次弱,为 $-4\times 10^{-6}\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{hPa}\cdot\text{s}^{-1}$ 。低空急流的存在也是暴雨维持的重要条件,“7.11”暴雨的低空急流经过减弱消失再生过程,降水也随之减弱消失再发生。低空急流的长时间维持,使得“7.11”暴雨比“7.03”暴雨的持续时间长。

关键词:大暴雨;大气环流背景;水汽条件;低空急流;对比分析

中图分类号:P458.1+21.1

文献标识码:A

Simulation Study of rainstorm and flood inundation in Longxu River Basin Based on the FloodArea Model

Dai Yuhan¹, Huang Luting², Li Mingzhi², Chen Xin¹

(1 Tiandong County Meteorological Service, Tiandong 531500; 2 Baise Municipal Meteorological Service, Baise 533000)

Abstract: Based on the return period values of area rainfall causing flood calculated by generalized extreme value distribution functions and data of daily rainfall of all the meteorological stations in Longxu River basin, flooding simulation is obtained from FloodArea model by using the return period values, data of hourly rainfall and the digital elevation model, the return period values of flooding scope and flooding depth are carried out. The results of show that there is a sharp rise of the water level at middle and lower of Longxu river basin, Ronghua hydrologic station closing to the middle of river is the deepest stimulating flooding location, with twice over 3 meters floods. According to comparing the hydrologic data, the peak of flooding depth is lagging behind 5-7 hours of rainfall peak, the simulation result of FloodArea model agrees with the fact. This indicates that the FloodArea model generates good simulation effect of flooding in Longxu river basin and it can be used in the risk evaluation and early-warning of rainstorm and flood disasters.

Key words: FloodArea, Rainstorm and flood, flooding simulation, Longxu river basin

0 引言

暴雨是我国夏季常见的灾害性天气。大范围持

续性暴雨会引发山洪、泥石流、山体滑坡等地质灾害,给人民群众的生命财产带来了巨大损失。2011 年 6 月发生的暴雨造成湖南、江西、湖北、浙江等长

收稿日期:2016-08-12

作者简介:谭德权,天气与气候工程师,主要从事短期天气预报与短时临近预警研究工作。

江中下游地区三百多万民众受灾, 近百人遇难。2012 年 7 月 21 日北京发生的罕见的特大暴雨, 造成 77 人遇难, 近百亿元经济损失^[1-3]。暴雨是汛期天气预报关注的重点, 也是预报工作中的难点, 陶诗言等^[4]指出, 低涡、高空槽、切变线、台风、冷锋和副热带高压北侧的湿舌区是造成我国暴雨的主要天气系统。经过几代科学家和广大气象工作者的不懈努力, 我国在暴雨的形成机理和预报上取得了丰硕成果^[5-18]。

以往对暴雨的研究, 主要集中于单次暴雨形成机制的研究, 或者是两次时间相隔较长的暴雨进行对比研究。对同一气候背景、相似降水范围暴雨的研究较少, 因此有必要这类暴雨的形成机制进行对比分析, 以期以后类似持续性暴雨天气预报水平提供参考。

本文使用的气象数据为美国国家环境预报中心美国国家大气研究中心(NCAR)提供的 fnl 再分析数据, 时间间隔为每 6 小时一次, 分别为世界时的 00、06、12、18 时, 即北京时的 08、14、20、02 时, 格点水平分辨率为 $1^\circ \times 1^\circ$ 。通过分析暴雨发生发展过程中水汽通量散度、位温的垂直分布、涡度、及垂直运动

的配置, 从而分析影响该次强降水发生发展的一些因素。

1 降水实况与灾情

2014 年 7 月 3–5 日和 11–17 日, 湖南相继发生两次几乎影响全省的特大暴雨和暴雨天气过程。第一次特大暴雨过程发生在 7 月 3 日 20 时至 5 日 08 时, 降水集中出现在 4 日凌晨 02 到 5 日早晨 08 时, 5 日上午降水迅速减弱, 下午 14 时此轮降水过程基本结束。此次湖南 8 个市的 59 个县出现暴雨, 造成 80.7 万人受灾, 近 10 万 hm^2 农作物被淹, 多个城市出现严重内涝。第二次强降水共造成湖南 11 个市州 35 县市 172.2 万人受灾, 5 人死亡、14 人失踪, 农作物受灾面积达 90.6 千 hm^2 , 直接经济损失 15.8 亿元。

这两次强降水过程仅间隔 6d 时间。第一次暴雨发生在 7 月 3 日 20 时至 5 日 08 时(简称“7.03”暴雨), 96 站中累积降水大于 100mm 的有 26 站, 大于 150mm 的为 16 站。雨带呈东西走向, 共有三个降水中心, 分别位于娄底、岳阳, 以及累积降水最大值中

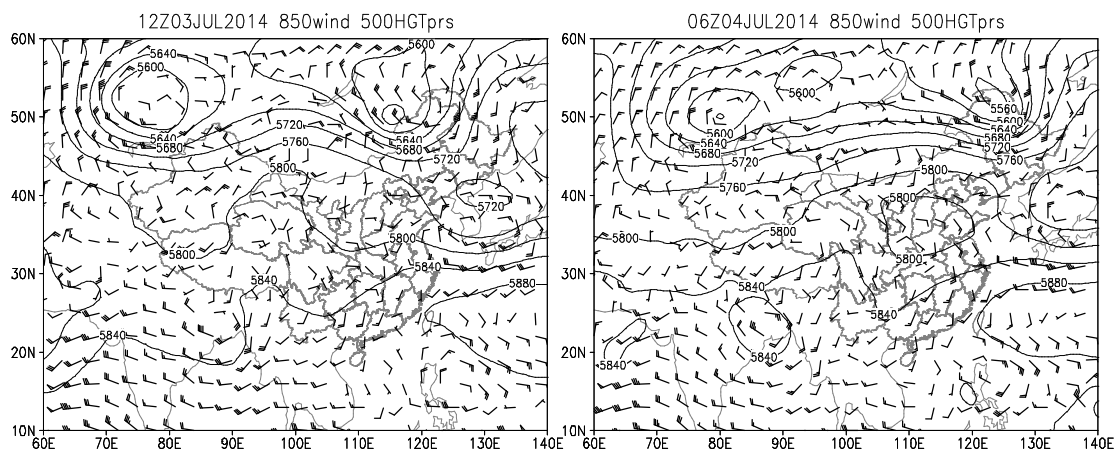


图 1 2014 年 7 月 3 日 20 时及 4 日 20 时 500hPa 高度场与 850hPa 风场叠加图

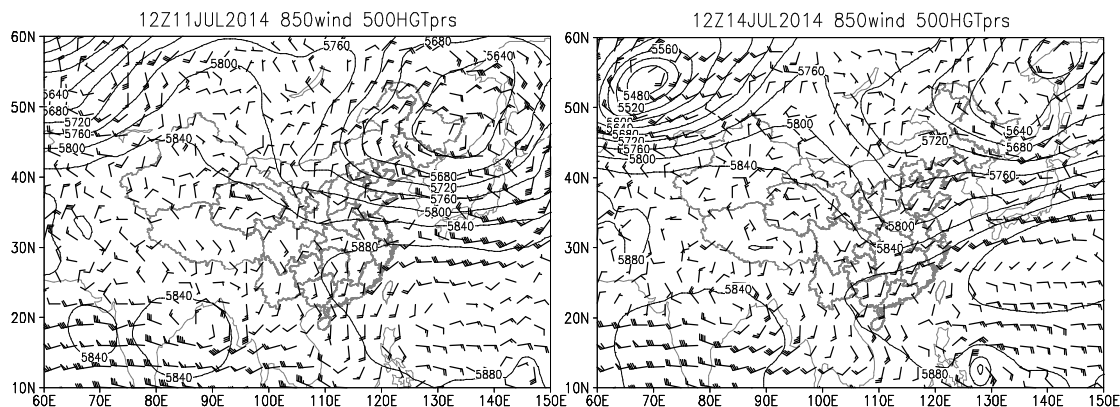


图 2 2014 年 7 月 11 日 20 时及 14 日 20 时 500hPa 高度场与 850hPa 风场叠加图

怀化沅陵县,为354.8mm。这次降水过程强度大,范围广,致灾性强。第二次过程(简称“7.11”暴雨)发生在7月11日20时至17日14时,12日20时到13日08时出现强降水,随后降水逐渐减弱,直至14日20时降水重新加强至17日14时停止。降水雨带呈东北-西南走向,湘中以北普降暴雨。此次暴雨共持续了7d,13日降水有所减弱,持续时间之长在湖南比较罕见,暴雨中心仍然位于怀化地区,最大值为426.1mm。“7.03”暴雨维持了2d,而“7.11”暴雨的时间较长,共持续7d左右,但两次过程累积降水量却相差不多。

2 大气环流背景

周慧等^[19]对1952~2010年共59湖南暴雨的环流形势场进行了统计分析,总结出5类利于大暴雨发生的天气形势:低槽+切变+锋面型、低涡切变+锋面型、副热带高压边缘型、热带低压型(包括台风、低压和热带辐合)、东风带系统型。下面我们分析2014年7月的两次大暴雨过程是在哪些有利的大尺度环流背景下产生的。

2014年7月3日20时500hPa高空等压面上,中高纬地区为两槽一脊的环流形式,朝鲜半岛上空有一低涡生成,在极地气流的引导下,巴尔克喀什湖和东西伯利亚地区为冷涡控制,北支槽位于陕西南部,南支槽位于云南东部到贵州西部一带,湖南位于南支槽前。低层850hPa上有明显的冷式切变,切变线位于湘中,呈东北西南走向。4日低涡移至华北上空,副高稳定少动,南支槽仍然稳定在云贵地区,有所加深(图1)。

而7月11日20时500hPa等压面上的东北冷涡(图2)在强度和控制的范围都较“7.03”强。7月3日副高588线东退到洋面上,与黄海气旋共同阻挡西南高空低槽的东移,低槽长时间稳定在贵州、湖南一带,湖南受槽前强盛西南暖湿气流的控制,与3日相比不利条件在于11日无明显切变线生成。11日的副高西伸至湖南西部,并长时间维持,此次暴雨开始于副高边缘北侧的湘中地区。“7.11”暴雨第二阶段的高空环流形势与“7.03”相似,高空槽位于湖南北部,且较深厚。副高进一步西伸至云南东部,副高与东北冷涡阻挡低槽东移,使其在湖南上空长期维持,导致降水时间较长。

3 水汽条件

分析2014年7月3日20时850hPa比湿分布(图3,见彩页)发现,湖南全境都处于高湿状态,全省比湿都在 $15\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 以上,比湿的大值区位于湘西,达到 $18\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。水汽通量和水汽通量散度显示,湖南的水汽通道有两支,一支来源于南海,一支来源于孟加拉湾。湘西处于水汽辐合区,辐合中心位于湖南和贵州交界处,其水汽通量散度中心强度达到 $-6\times 10^{-6}\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{hPa}\cdot\text{s}^{-1}$ 。随着降水发生时,水汽辐合区开始增大,但强度开始减弱,比湿也有所减小。

2014年7月12日02时850hPa比湿分布显示,同样湖南全省都处于高湿状态,比湿的数值都在 $14\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 以左右,比湿的大值中心位于湘西,达到 $18\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。与“7.3”相比,水汽通量和水汽通量散度显示,水汽主要来源于南海。辐合中心位于湘西北,其水汽通量散度中心强度达到 $-4\times 10^{-6}\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{hPa}\cdot\text{s}^{-1}$ 。随着降水发生时,水汽辐合区开始增大,强度开始加强,比湿也有所增大。“7.3”暴雨过程中随着降水的发生,水汽通量散度和比湿是减小的,而“7.11”过程中水汽通量散度和比湿却是增强的。

4 低空急流配置

低空急流的存在可以为极端降水提供充足的水汽和有利的背景场,能促进强降水发生的频率^[20]。7月4日02时700hPa等压面上,西南低涡位于重庆、贵州地区,湘西及湘北处于低涡的右前方,切变线位于湘中以北,呈东西向的纬向分布。西南低空急流开始建立,将孟湾水汽源源不断地输送至湖南上空,此刻开始湖南全境发生大范围暴雨,3日20时~4日02时6h累积降水量的最大值达到80mm。此后西南低涡在缓慢东移的过程中,造成湖南雨势不断加强,直到5日08时西南低涡中心移出湖南后降水量和雨区的范围才减小,强降水过程才结束。

图4(见彩页)2014年7月4日02时、08时与13日08时、16日08时700hPa低空急流(填色区 $\geq 12\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)

而7月11日的700hPa上湖南位于孟湾水汽槽的偏西南气流与冷涡后部偏西北气流的交汇处,风场水平切变明显。下半夜12日02时开始出现明显的低空急流(图4,见彩页),中心最大风速为 $18\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,此时湘西北暴雨加强,龙山6h累积降水量达到了

57.9mm。到 13 日 08 时急流核中心风速加强到 $27\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。13 日 14 时以后低空急流减弱消失,降水也随之减弱,14 日 20 时以后低空急流重新建立,新一轮大暴雨出现。低空急流的长时间维持,使“7.11”暴雨比“7.03”暴雨的持续时间长。由于副热带高压的异常强盛稳定和强台风威马逊的西进,东北冷涡少动使北支槽稳定少动,“7.11”暴雨过程期间,处于副高和高空槽之间的湖南地在对流层中低层始终存在着稳定的低空急流。

5 结论与讨论

(1) 不同的大尺度环流条件对暴雨的雨强和持续时间不同。“7.3”暴雨是高空槽引导低涡切变东移引起的,雨强较强,但随着高空低槽东移降水快速结束;而“7.11”暴雨发生在副高边缘,由于副高一直维持在湖南上空,导致降水维持了很长一段时间。

(2) 从水汽条件看,两次暴雨发生前期湖南高空都为高湿状态,最大比湿都在 $14\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 以上,比湿大值中心都位于湘西,达到 $18\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$;不同的是“7.03”暴雨的水汽通道有两支,一支来源于南海,另一支来源于孟加拉湾,其水汽通量散度中心强度达到 $-6\times 10^{-6}\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{hPa}\cdot\text{s}^{-1}$,与“7.3”相比,“7.11”暴雨水汽主要来源于南海,水汽通量散度中心强度比前次弱,为 $-4\times 10^{-6}\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{hPa}\cdot\text{s}^{-1}$ 。

(3) 低空急流的存在也是暴雨维持的重要条件,“7.11”暴雨的低空急流经过减弱消失再生成过程,降水也随之减弱消失再发生。低空急流的长时间维持,使“7.11”暴雨比“7.03”暴雨的持续时间长。由于副热带高压的异常强盛稳定和强台风威马逊的西进,东北冷涡少动使北支槽稳定少动,“7.11”暴雨过程期间,处于副高和高空槽之间的湖南地在对流层中低层始终存在着稳定的低空急流。两次过程中比湿都比较大,强降水中心与水汽辐合中心配合较好。

参考文献:

[1] 廖晓农,倪允琪,何娜,等.导致“7.21”特大暴雨过程中水汽异常充沛的天气尺度动力过程分析研究[J].气象学报,2013,71(6):997-1011.

[2] 汤鹏宇,何宏让,阳向荣,等.北京“7.21”特大暴雨中的干侵入分析研究[J].高原气象,2015,34(1):210-219.

[3] 冉令坤,齐彦斌,郝寿昌.“7.21”暴雨过程动力因子分析和预报研究[J].大气科学,2014,38(1):83-100.

[4] 陶诗言,丁一汇,周晓平.暴雨和强对流天气的研究[J].大气科学,1979,3(3):227-238.

[5] 庆涛,沈新勇,黄文彦,等.2011 年梅汛期一次暴雨过程的对流涡度矢量方程诊断分析[J].高原气象,2015,34(2):401-412.

[6] 叶朗明,徐碧裕.两次不同类型暖区暴雨的对比分析[J].气象研究与应用,2014,35(4):5-10.

[7] 刘蕾,丁治英,陈茂钦.2010 年 5 月 6~7 日广州大暴雨过程分析[J].气象研究与应用,2011,32(1):10-17.

[8] 陈伟,唐明晖,张劲强,等.湘东北一次大暴雨“列车效应”特征分析与预警服务[J].广东气象,2014,36(4):38-43.

[9] 曾小团,农孟松,赵金彪.广西几次不同类型天气系统造成暴雨过程的物理量分析[J].气象研究与应用,2007,28(4):1-7.

[10] 文丹青,黄波,刘峰.一次华南前汛期锋前暖区暴雨的分析[J].广东气象,2011,33(2):9-11.

[11] 黄远盼,葛意活,杨胜才.2015 年 5 月广西一次连续性暴雨天气过程诊断分析[J].气象研究与应用,2016,37(S1):.

[12] 陈军,李小兰,喻义军,等.贵州一次暖区持续性区域大暴雨成因分析[J].气象研究与应用,2015,36(4):21-27.

[13] 任文斌,柯文华,杨新,等.粤东一次前汛期大暴雨过程分析[J].广东气象,2013,35(3):25-28.

[14] 苏兆达,赖雨薇,韦覃武,等.一次边界层急流触发的大范围暴雨过程诊断分析[J].气象研究与应用,2015,36(4):53-58.

[15] 黄卓禹,胡国强,刘杰雄,等.湖南娄底“6·20-21”强降水的中尺度特征分析[J].广东气象,2015,37(6):47-51.

[16] 陈伟斌,高安宁,陈见,等.不同环境风场条件下两次暴雨过程对比分析[J].气象研究与应用,2012,33(3):14-20.

[17] 刘小梅,陈见,高安宁,等.2013 年 7 月广西一次罕见季风槽暴雨分析[J].气象研究与应用,2015,36(2):54-58.

[18] 彭丽英,吕卫华,詹国伟.茂名一次暴雨低空急流脉动与强降水的关系[J].广东气象,2016,38(1):19-22.

[19] 周慧,杨令,刘志雄,等.湖南省大暴雨时空分布特征及其分型[J].高原气象,2013,32(5):1425-1431.

[20] 刘鸿波,何明洋,王斌,张庆红.低空急流的研究进展与展望[J].气象学报,2014,72(2):191-206.