

文章编号: 1673-8411(2019)03-0018-04

2017年7月初广西极端暴雨过程诊断分析

王盛繁

(广西贵港市气象局, 广西 贵港 537100)

摘要: 利用区域中尺度气象站资料, 常规地面站雨量观测资料和NCEP逐6h客观分析资料(分辨率 $1^{\circ} \times 1^{\circ}$, 垂直方向31层), 采用天气学诊断分析方法, 对2017年7月初广西极端暴雨发生的成因进行分析。结果表明: 500hPa副热带高压强大使得高空槽在华南北部长时间维持, 前期西南急流强盛, 水汽、能量充足, 切变线南压时急流核仍然在桂东到粤西一带维持, 地面有辐合线触发强降水, 强降水集中在急流左侧。通过改变区域内地形高度设计了一组敏感性实验, 研究了天平山和架桥山对永福一带极端降水的地形作用, 结果表明天平山地形对2017年7月初桂北一带的极端降水有显著的增幅作用。

关键词: 极端暴雨; 副热带高压; 高空槽; 地形模拟

中图分类号: P44

文献标识码: A

Diagnostic Analysis of Extreme Rainstorm Process in Early July 2017 in Guangxi

Wang Shengfan

(Guigang Meteorological Service, Guigang Guangxi 537100)

Abstract: In this paper, the extreme rainstorm in early July 2017 in Guangxi was analyzed by using synoptic diagnostic analysis method with regional mesoscale meteorological station data, conventional ground station rainfall observation data and NCEP 6-hour objective analysis data (resolution $1^{\circ} \times 1^{\circ}$, 31 vertical layers). The results show that the 500 hPa subtropical high maintains the trough in the north of southern China for a long time, the southwest jet is strong in the early stage, and the water vapor and energy are abundant. The core of the jet maintains for a long time in the north of Guangxi when the shear line is pressed southward, and there is a low pressure trough on the ground to trigger heavy precipitation, which concentrates on the left side of the jet. A set of sensitivity experiments are designed to study the topographic effects of Tianping Mountain and Jiaqiao Mountain on extreme precipitation in Yongfu area by changing the topographic height of the region. The results show that the topographic effects of Tianping Mountain enhances the extreme precipitation in northern Guangxi in early July 2017.

Keywords: extreme rainstorm; subtropical high; altitude trough; terrain simulation

引言

暴雨常带来重大人员伤亡和财产损失, 暴雨也一直是预报上的难点和重点, 多年来许多气象学者对华南前汛期暴雨的研究获得了许多成果^[1-10], 不少学者研究了暴雨强度与上升运动、水汽、层结稳定度等条件的相互关系^[11-15], 另外不少通过地形敏感性实验的研究表明, 地形对暴雨有一定的

增幅作用^[16-21], 2017年7月初的强降雨具有极端性, 极端暴雨造成的损失大, 有必要探讨其造成广西特大暴雨的成因, 为今后类似暴雨预报提供参考。

1 雨情分析

2017年7月1-2日, 广西出现了入汛以来最强

收稿日期: 2019-02-28

基金项目: 贵港市科学研究与技术开发项目(贵科改1505004)

作者简介: 王盛繁(1982-), 男, 广西藤县人, 工程师, 主要从事天气预报与研究工作。

最强的一次降雨过程, 最强降雨时段出现在 7 月 1 日 20 时–2 日 20 时 (图 1), 此次暴雨过程具有范围广、强度强、灾害重等特点, 6 月 25–28 日广西已经出现了一次强降雨过程, 7 月初这次强降雨过程的强度更大, 最大为桂林市永福县罗锦镇 13h 雨量达 610mm, 其中 2 日 05 时–08 时连续 4h 雨量超过了

70mm, 突破了 1951 年广西有气象记录以来的最大降雨极值。本次强降雨过程有三条雨带, 呈东北–西南向分布, 最强降雨出现在最北一条雨带, 通过分析永福镇金鸡河水库站的小时雨量表明, 本次降雨过程以对流性降水为主。

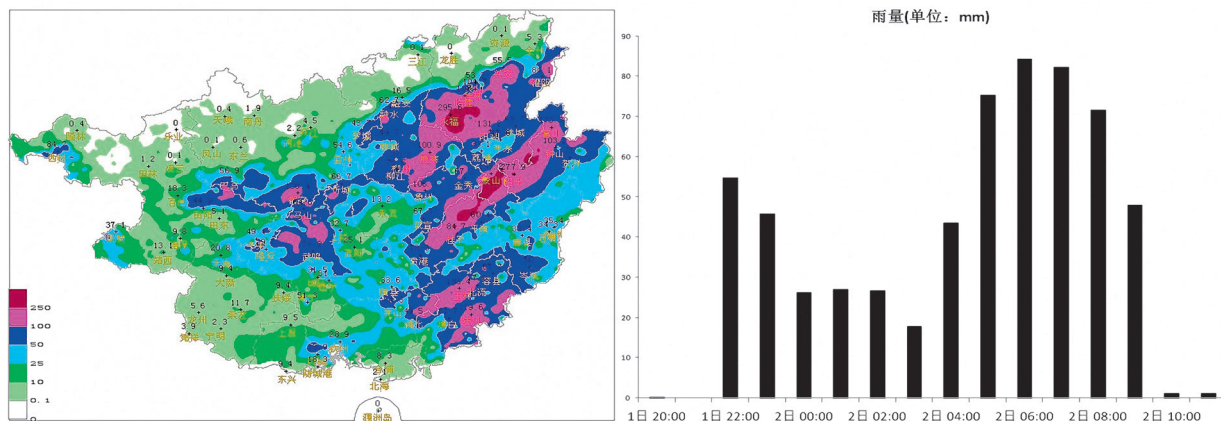


图 1 强降雨期间广西全区及永福金鸡河水库降雨量 (单位: mm)

a: 1 日 20 时–2 日 20 时广西降雨量, b: 1 日 20 时–2 日 11 时永福县金鸡河水库站小时雨量

2 天气形势分析

6 月 30 日–7 月 2 日, 500hPa 亚欧中高纬度环流维持着一槽一脊形势, 高压脊位于内蒙到东北一带, 且高压脊的位置较稳定, 中高纬度形势与典型的华南前汛期暴雨的“两槽一脊”、“两脊一槽”、“多波形”都不是十分相似。脊前偏北气流不断有小槽南下补充到位于华东–华南北部的低压槽中, 使低压槽变得狭长并在该地维持, 与此同时, 高原上有小波不断分裂东移, 进一步加强了低压槽的强度。另外, 1 日 08 时西北太平洋副热带高压的中心强度高达 604dagpm, 588 线位于华南沿海一带, 副高强大到即使高空槽前有比较强的正涡度平流也没能使副高减弱东退, 导致高空槽在华东–华南北部长时间维持, 为暴雨的发生提供了充足的动力抬升条件, 副高脊线偏南, 大约位于 15°N 附近, 有利于广西地区增温增湿, 有利于对流系统的发生发展。

850hPa 前期西南急流强盛, 经华南到达长江中下游地区, 1 日随着低压槽加深, 切变线逐渐南压, 同时急流轴也逐渐东移, 1 日 20 时切变线进入桂北一带, 并位于急流轴左侧, 此时桂北雨势加强。2 日 08 时切变线进一步南压至桂中一带, 并且桂东至广东的西南急流进一步加强, 急流核达 $18\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$, 随着切变南压, 在切变线南侧有中尺度对流发展, 2 日白天强降雨主要位于桂中到桂南一带, 特别是金秀圣堂山南侧和容县大容山南

侧降水最为强盛。2 日 20 时以后随着 500hPa 高空槽的进一步东移, 切变线继续南压, 西南风减弱, 降水东移减弱。

地面气压场上, 1 日 20 时地面图上可以看到低压在湖南贵州一带发展, 并形成一条东北–西南向的低压槽区。2 日 02 时, 西南低压发展, 广西至湖南境内有一条东北–西南向的辐合线, 有利于地面对流的发展。2 日 20 时以后, 西南低压东移并且强度减弱, 强降雨结束。

200hPa 华东至华南地区前期为低槽控制, 1 日 20 时南亚高压加强东伸, 广西位于其东侧强辐散分流区内, 对低层有抽吸作用, 进一步增强降水的强度, 2 日 20 时高空槽加深, 广西位于槽后偏北气流中, 偏北下沉气流对低层的上升运动有抑制作用, 广西的降水趋于结束。

3 物理量诊断

3.1 水汽条件

充足的水汽是暴雨发生的必要条件, 分析 925hPa 水汽通量场发现, 输送到暴雨区的水汽主要有两支, 一支是在南海 110°E 附近的偏南气流绕海南岛东部北上, 一支是从孟湾出发穿过中南半岛经北部湾进入广西, 最后在两广沿海汇合。由图 3b 可见 2 日 08 时桂北到贵州一带有切变线在活动, 水汽通量散度大值区主要位于桂北到桂中一带, 与强降雨分布相对应, 对雨带在桂中一带维持非常有利。

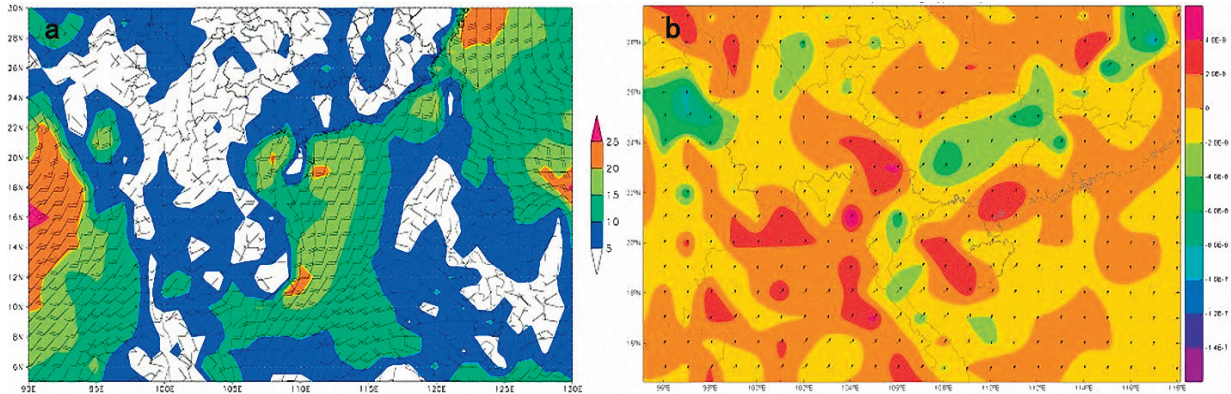


图3 7月2日8时850hPa水汽通量和水汽通量散度场 (a:1日20时水汽通量场) b:2日8时水汽通量散度场 (单位: $\text{kg}/(\text{s}\cdot\text{cm}^2\cdot\text{hPa})$)

3.2 动力条件

通过分析1日20时沿 110°N 的温度平流剖面图(图4)可见, $26^\circ\text{--}28^\circ\text{N}$ 上空400hPa附近有比较强的正温度平流, 高空温度降低, 而低层在则有明显的负温度平流, 低层温度升高, 这种配置加强了上冷下暖的结构, 增强了大气的的不稳定度。南北两支气流在 26°N 上空的800hPa–900hPa交汇, 北支气流下沉, 南支气流上升, 两支气流的交汇点在1日夜间稳定少动, 2日08时以后逐渐往南移动。抬升运动长时间在 26°N 附近维持, 以及上空持续的正温度平流, 与桂北出现极端强降雨时间相对应, 印证了强降雨时间长的特点, 强烈的抬升, 也与小时雨强大相对应。

3.3 大气层结情况分析

假相当位温 θ_{se} 是一个重要的温湿参数, 大气中的干绝热和湿绝热变化中 θ_{se} 都是守恒的, 沿7月2日08时 110°E 的假相当位温垂直分布图(图5)可以看到, 26°N – 28°N 附近在1000–700hPa存在密集的假相当位温等值线, 且 θ_{se} 随高度递减, 表示该处为不稳定区域, 在700–500hPa假相当位温变化不明显, 处于相对稳定状态, 随着低空暖湿空气不断流入, 低层层结变得

不稳定, 容易产生强降水。

4 地形模拟

此次强降雨过程空间分布不均匀, 最强降水中心位于桂林永福一带, 其降雨量高达817mm, 其余地区的迎风坡降水也非常大, 而背风一侧降雨明显偏少, 雨带间隔非常明显, 说明地形对降雨也有影响。

为考察地形对过程降水的作用, 采用WRF(v3.8)对2017年7月2日的强降雨天气过程进行数值模拟。采用NCEP $1^\circ\times 1^\circ$ 再分析资料作为初始场和边界条件, 采取三重区域嵌套(图略), 最内层嵌套区域中心为(108.68°E , 25.07°N), 最外层水平方向为 209×162 个格点, 格距为27km, 中间层水平方向为 250×214 个格点, 格距为9km, 最内层水平方向为 49×289 个格点, 格距为3km, 垂直分层为34层, 模式顶为100hPa, 积分步长为150s。微物理过程内外层均分别采用了Kessler方案(暖雨方案)、Lin方案(水汽、雨、雪、云水、冰、冰雹)、WSM3类简单冰方案, 长波辐射采用rrtm方案, 短波辐射采用Dudhia方案,

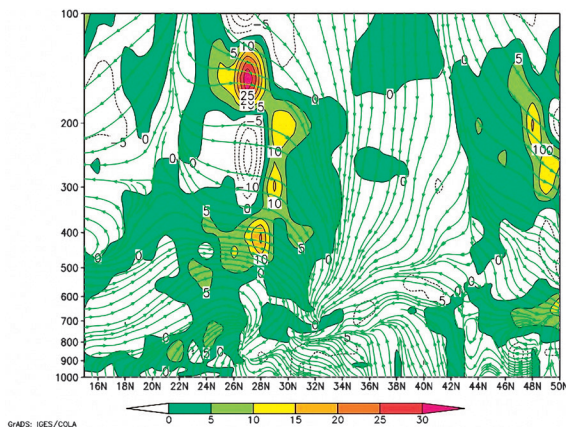


图4 7月1日20时沿 110°N 温度平流和风场垂直剖面图

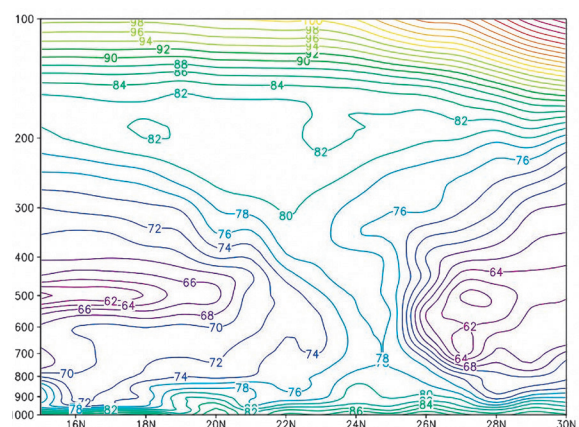


图5 7月2日8时假相当位温沿 110°E 垂直剖面图

积云对流采用浅对流Kain-Fritsch (new Eta) 方案, 此次模拟初始时间为2017年7月1日12时(世界时), 积分24h, 每1h输出一次结果。将模式输出的24h累计降雨量与实况进行对比, 发现云微物理方案使用 Lin 等的方案(水汽、雨、雪、云水、冰、冰雹)方案时, 输出结果与实况比较接近, 模式把3条雨带都模拟出来了, 而且永福一带的极端降水最接近实况, 故采用第2个云微物理方案作为控制性实验。

永福的左侧是天平山, 右侧是驾桥岭(图略), 为深入研究地形对本次极端强降雨过程对桂北一带的影响, 本文设计了6个地形方案, 分别对天平山和驾桥岭地形高度进行修改。

从前三个方案的模拟结果来看(图略), 天平山对降水的作用相对比较显著, 天平山高度降低后, 模拟出来的极端降水少了足足100mm, 驾桥岭地形降低到原来的1/10后, 降水仅减少20mm左右, 而把两座山的高度都降下来后, 极端降水仅少了80mm, 说明地形有一定的增幅作用。从后三个方案来看(图略), 单独升高某座山降水都有显著增强, 但是两座山同步升高一倍后的模拟结果可以看出, 因驾桥岭升高的降水的增幅程度反而没有单独升高天平山明显。综上所述, 天平山的地形对本次极端强降雨过程的增幅作用比较显著。

表 1 地形敏感性实验设置

	方案 1	方案 2	方案 3	方案 4	方案 5	方案 6
天平山	x0.1		x0.1	x2		x2
架桥岭		x0.1	x0.1		x2	x2

5 小结

(1) 500hPa 狭长的高空槽在华东-华南一带维持, 为此次暴雨过程提供了动力抬升条件, 850hPa 急流则为暴雨提供了水汽和不稳定条件。

(2) 2 日早晨以前的强降雨是由若干个 MCS 云团造成的, 2 日白天的强降雨则是由一个 MCC 云团造成的。

(3) 水汽主要来自孟湾和南海, 水汽辐合区和强降雨区对应得比较好, 中纬度南下的冷空气与暴雨的发生有密切关系, 中层干冷空气的侵入加剧了强降雨的发生。

(4) 天平山一带的地形对广西北部的极端暴雨的发生起到了一定的增幅作用。

参考文献:

- [1] 邓明, 杨亚钦, 李江南. 城市下垫面对华南地区前汛期暴雨的影响初探[J]. 气象研究与应用, 2017, 38(3): 23-25, 30.
- [2] 陈思, 高建芸, 黄丽娜, 等. 华南前汛期持续性暴雨年代际变化特征及成因[J]. 应用气象学报, 2017, 28(1): 86-97.
- [3] 何立富, 陈涛, 孔期. 华南暖区暴雨研究进展[J]. 应用气象学报, 2016, 27(5): 559-569.
- [4] 徐道生, 张艳霞, 陈子通, 等. 不同水汽分析场对一次华南前汛期暴雨预报的影响分析[J]. 热带气象学报, 2016, 32(2): 155-162.
- [5] 林爱兰, 谷德军, 郑彬, 等. 广东前汛期暴雨水汽输送异常变化特征[J]. 热带气象学报, 2014, 30(6): 1001-1010.
- [6] 伍红雨, 杜尧东, 秦鹏. 华南暴雨的气候特征及变化[J]. 气象, 2011, 37(10): 1262-1269.
- [7] 赵玉春, 王叶红. 近 30 年华南前汛期暴雨研究概

述[J]. 暴雨灾害, 2009, 28(3): 193-202.

- [8] 陈刘凤, 叶骏菲, 林开平, 等. 桂东北一次典型暴雨过程分析[J]. 气象研究与应用, 2016, 37(2): 25-29.
- [9] 欧徽宁, 梁珊珊, 杨胜才. 2013 年广西一次前汛期暴雨过程分析[J]. 气象研究与应用, 2013, 34(4): 14-17.
- [10] 廖慕科, 唐桥义, 伍静, 等. 2010 年 4 月桂东北一次暖区暴雨天气分析[J]. 气象研究与应用, 2010, 31(4): 20-22.
- [11] 夏茹娣, 赵思雄, 孙建华. 一类华南锋前暖区暴雨 β 中尺度系统环境特征的分析研究[J]. 大气科学, 2006, 30(5): 988-1008.
- [12] 林晓霞. 华南一次暖区暴雨的数值模拟试验研究[D]. 成都信息工程大学, 2017.
- [13] 辜旭赞, 于晓晶, 唐永兰, 等. 一次华南—江南持续暴雨的大尺度水汽场和中尺度特大暴雨模拟诊断分析[J]. 气象, 2014, 40(1): 18-27.
- [14] 徐珺, 毕宝贵, 湛芸. 热带扰动引发的华南北端暴雨统计特征及其成因初探[J]. 第十四届中国科协年会第 14 分会场: 极端天气事件与公共气象服务发展论坛论文集, 2012.
- [15] 黄忠, 吴乃庚, 冯业荣, 等. 2007 年 6 月粤东持续性暴雨的成因分析[J]. 气象, 2008, 34(4): 53-60.
- [16] 余贞寿, 高守亭, 任鸿翔. 台风“海棠”特大暴雨数值模拟研究[J]. 气象学报, 2007, 65(6): 864-876.
- [17] 刘蕾, 丁治英, 常越, 等. WRF 中地形重力波参数化方案在一次华南暖区暴雨形成机制分析中的应用[J]. 气象科技, 2012, 40(2): 232-240.
- [18] 闫冠华, 李巧萍, 李瑞义. 太行山地形对华北暴雨影响的数值模拟试验[J]. 南京信息工程大学学报(自然科学版), 2015, 7(4): 351-358.
- [19] 林晓霞. 华南一次暖区暴雨的数值模拟试验研究[D]. 成都信息工程大学, 2017.
- [20] 赵玉春, 李泽椿, 肖子牛, 等. 一次热带系统北上引发华南大暴雨的诊断分析和数值研究[J]. 气象学报, 2007, 65(4): 561-577.
- [21] 顾春利. 0604 号登陆热带气旋“碧利斯”诊断分析[D]. 中国气象科学研究院, 2008.