

文章编号: 1673-8411(2019)01-0016-04

2017年7月初柳州特大暴雨成因分析

李家文¹, 李宜爽¹, 蓝燕丹²

(1. 柳州市气象局, 柳州 545001; 2. 融水县气象局 柳州 融水 545300)

摘要: 利用常规气象观测资料和柳州多普勒雷达观测资料, 采用天气学诊断分析方法, 对2017年7月1-2日发生在柳州市的一次特强降水过程进行了分析。结果表明: 高原槽、低涡切变以及地面辐合线是此次过程的主要影响系统; 副热带高压的稳定维持, 使高原槽长时间停滞在黔桂交界一带; 地面中尺度辐合线的长久维持为强降水提供了动力抬升的条件, 辐合上升运动增强激发出大量的中尺度对流云团, 强回波形成列车效应, 从而产生大暴雨。

关键词: 特大暴雨; 低涡切变; 高原槽; 地面辐合线

中图分类号: P458.1+21

文献标识码: A

Cause Analysis of Extreme Heavy Rain in Liuzhou in Early July 2017

Li Jiawen¹, Li Yishuang¹, Lan Yandan²

(1. Liuzhou Meteorological Bureau, Liuzhou 545001;

2. Rongshui Meteorological Bureau, Liuzhou Rongshui 545300)

Abstract: Using the conventional meteorological observation data and the Doppler radar observation data, a heavy precipitation process in Liuzhou from July 1 to 2, 2017 was analyzed by the method of synoptic diagnostic analysis. The results showed that the plateau trough, low eddy shear and surface convergence line are the main influence systems of this process. The stability of subtropical high makes the plateau trough stagnate at the junction of Guizhou and Guangxi for a long time; The long-term maintenance of surface mesoscale convergence line provided the dynamic uplift; the enhanced convergence which stimulates a large number of convective clouds, resulting the heavy rain.

Keywords: rainstorm; low vortex shear; plateau trough; ground convergence line.

1 引言

柳州地处华南北部, 暴雨是柳州最主要的灾害性天气之一, 常造成重大人员伤亡和财产损失^[1-3]。华南暴雨由于其在气象服务与科学研究上的特殊重要性, 近几十年来, 受到我国气象工作者的高度重视, 众多气象工作者对华南暴雨系统的结构、机理、暴雨的数值模拟等方面进行了研究, 取得了许多重要的研究成果^[4-10]。针对广西的暴雨, 大量科技人员也做了许多有意义的研究^[11-15]。黄明策^[16]分析了广西暴雨的时空分布特征; 赵金彪等^[17]对2008年6月广西锋前暖区暴雨过程

分析表明, 夏季风向北推进, 华南地区发生经向风扰动, 出现季风涌现象, 使南海的水汽和能量源源不断地传送到华南地区, 为持续性暴雨提供有利条件。刘国忠等^[18]对广西一次极端特大暴雨天气过程的分析发现, 中尺度低压、低涡及气流辐合等是中尺度对流触发条件。FY-2E红外云图上对流云团生成、合并对强降雨有重要指示意义, 暴雨发生在云团合并发展阶段, FY-2E的TBB值小于200K可以作为短历时强降雨的指标。

2017年6月30日至7月2日, 柳州市出现了一次大范围的强降水过程, 全市暴雨以上量级的站点占82.8%, 其中最大累计降雨量为275.8mm。

收稿日期: 2018-11-20

基金项目: 柳州市科技重点研发计划项目(2018BK10501)资助。

作者简介: 李家文(1963), 男, 广西柳州人, 大学本科, 高级工程师, 主要从事天气气候与气象管理研究, E-mail: 314532772@qq.com。

为了加深对此类暴雨产生机理的认识,提高暴雨的预报准确率,对这次过程的环流背景、影响系统以及物理量场特征进行诊断分析,探讨这次特大暴雨产生的原因,为今后类似暴雨过程提供技术参考,进一步提升柳州的气象服务保障能力。

2 降水概况

2017年7月1日至2日,受高原槽、低涡切变线共同影响,柳州市出现了一次大范围的强降水过程。此次降水过程,降水强度强,影响范围广,降水持续时间长,降水最强时段出现在7月1日02~08时和2日08~14时。

据柳州市中尺度自动雨量站数据统计显示,6月30日20时至7月2日20时,全市共出现: $\geq 250\text{mm}$ 1站,100~249.9mm49站,50~99.9mm80站,25~49.9mm23站,50mm以上量级的站点占全部站点总数的82.8%,其中最大

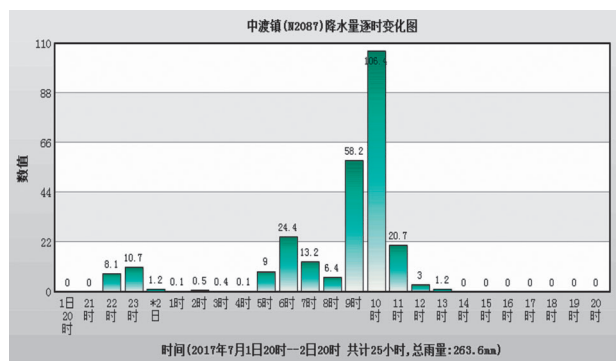
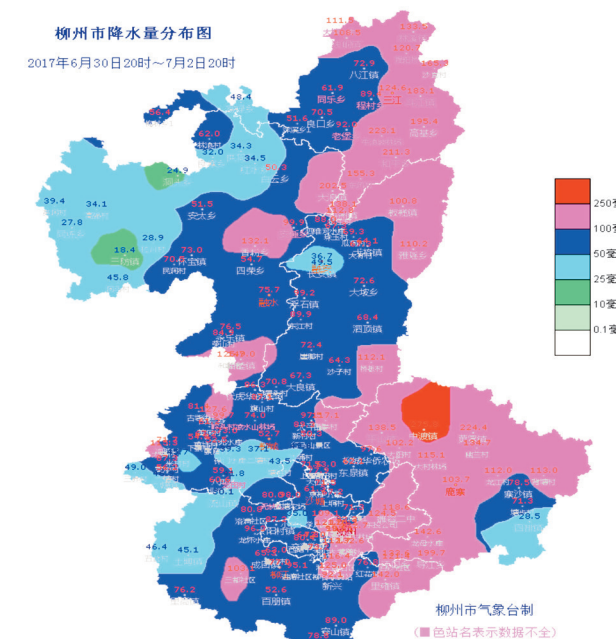


图1 2017年6月30日20时至7月2日20时
柳州市降水分布图及时序图(单位:mm)

累计降雨量为275.8mm,出现在鹿寨中渡镇(图1),最大小时雨强为106.4mm。

3 环流形势分析

6月30日20时至7月2日20时,200hPa南亚高压稳定,广西处于南亚高压东部气流分流区,高空辐散形成的“抽吸效应”有利于强降水的发生发展(图2)。500hPa副高强度稳定,副高脊线维持在 20°N 附近,西脊点稳定维持在 110°E 附近,6月30日20时高原槽东移至黔桂交界一带,由于副高的阻挡,移动缓慢,长时间停滞在湘黔桂交界一带,槽前正涡度平流使上升运动发展和维持。850hPa低涡切变线缓慢南压进入桂北,其南侧的低空急流强盛,2日08时达到最强,925hPa已出现超低空急流,柳州正好处于低空急流轴左前方暖湿气流辐合最强的区域,由于偏南气流明显强于切变线北侧的偏北气流,致使切变线移速缓慢,辐合抬升作用得以长时间维持,有利于强降水长时间维持。

根据地面形势场分析,6月30日20时广西处于高压后部偏南气流控制中。7月1日02时桂北开始出现气流辐合,激发出对流云团,三江、融安、融水交界一带开始出现强降水,由于系统稳定少动,该区域不断有对流云团发生发展,列车效应导致了大暴雨的出现。2日08时地面辐合线进一步发展形成涡旋,气流辐合显著增强,激发出大量的对流云团,导致鹿寨出现成片的大暴雨。

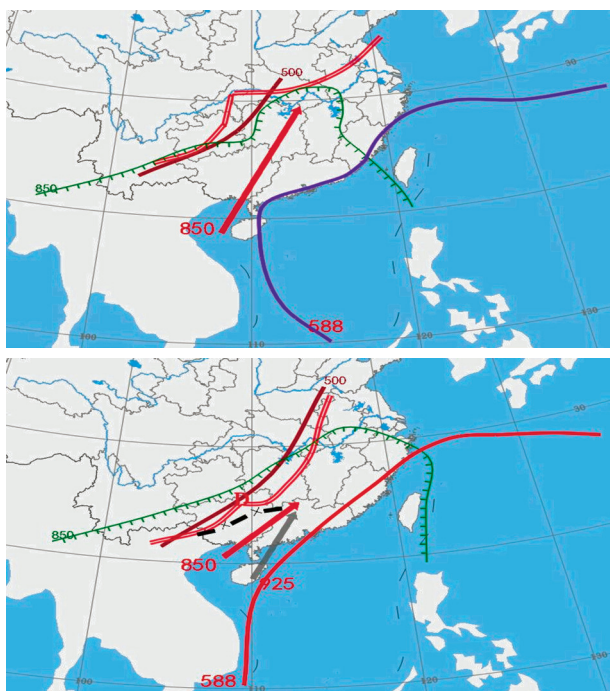


图2 2017年6月30日20时(左)和7月2日20时(右)各层系统配置

4 物理量场分析

4.1 水汽条件

某一地区降水的形成, 首先是水汽由源地水平输送到降水地区, 源源不断的水汽输送是降水持续的首要条件。空气中的水汽主要分布在大气低层, 因此低层(一般为 700hPa 以下)的水汽含量及其饱和程度直接影响降水的发生与降水的量级。

从 7 月 1 日 08 时至 2 日 08 时 925hPa 水汽通量散度与风场、比湿叠加图来看(图 3), 从南海到我国长江下游地区存在一支强水汽输送带, 水汽辐合中心 1 日 08 时位于湘黔桂交界一带, 2 日 08 时缓慢南移至桂中, 可见 925hPa 水汽辐合中心与暴雨中心有较好的对应关系。整个广西区为比湿大值区(达到 $16 \sim 18 \text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$), 水汽含量大, 饱和度高, 为强降水提供充足的水汽条件。

4.2 不稳定条件

桂林市与柳州市相邻, 分析桂林探空对柳州降水预报具有指导意义, 图 4 为 6 月 30 日 20 时、和 7 月 1 日 20 时桂林站的探空图。由图得知, 桂林上空湿层非常深厚, 达到 400hPa 以上, K 指数

超过 36°C , CAPE 值分别为 $1343.8 \text{J} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、 $1774.8 \text{J} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。6 月 30 日夜间至 7 月 1 日凌晨桂东北已出现大暴雨, 消耗掉的水汽和能量在 7 月 1 日白天迅速得到补充, 说明在强降水发生前不稳定能量有个积聚的过程, 较大的不稳定能量, 为对流的触发提供了有利条件。

4.3 抬升条件

某一地区降水的形成, 除满足水汽条件外, 还需要抬升机制, 使得水汽在降水地区辐合上升, 在上升中绝热膨胀冷却凝结成云, 即垂直运动条件。沿 110°E 作散度垂直剖面图和暴雨中心的垂直速度时空剖面图(图略)。7 月 1 日 08 时, 400hPa 以下为辐合区, 中心位于 850hPa 附近, 达到 $-1.8 \times 10^{-5} \cdot \text{s}^{-1}$, 400hPa 以上为辐散区, 中心位于 150hPa 附近, 达到 $3.6 \times 10^{-5} \cdot \text{s}^{-1}$; 2 日 08 时, 辐合中心在 850 ~ 925hPa 附近, 达到 $1.6 \times 10^{-5} \cdot \text{s}^{-1}$, 辐散中心在 200 ~ 150hPa 高度层, 达到 $4.2 \times 10^{-5} \cdot \text{s}^{-1}$ 。高层辐散明显大于低层辐合, 强烈的“抽吸效应”使上升运动加强, 从而使降水增幅。从垂直速度时空剖面图可知, 6 月 30 日 20 时至 7 月 2 日 20 时, 从近地面至高空皆为负, 负的大值中心在 500 ~ 300hPa 高度,

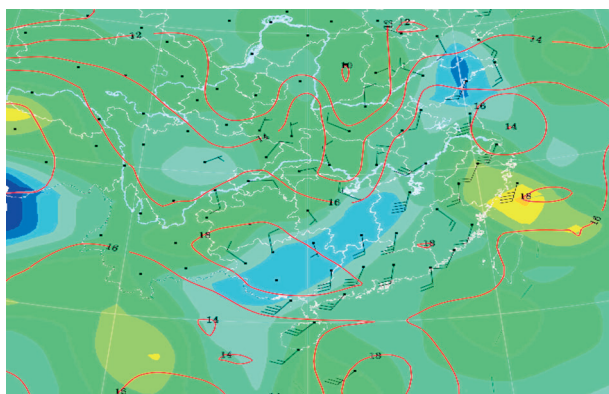
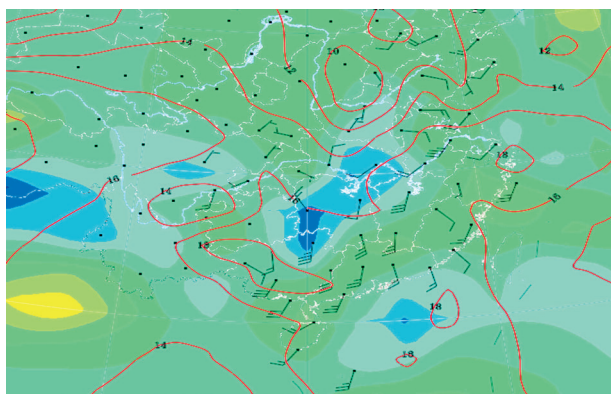


图 3 7 月 1 日 08 时(左)、2 日 08 时(右)的 925hPa 水汽通量散度与风场、比湿叠加图

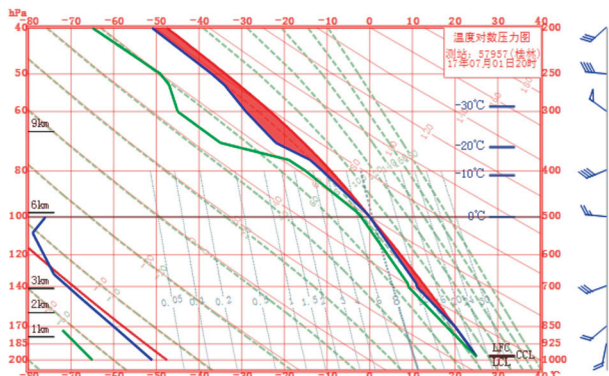
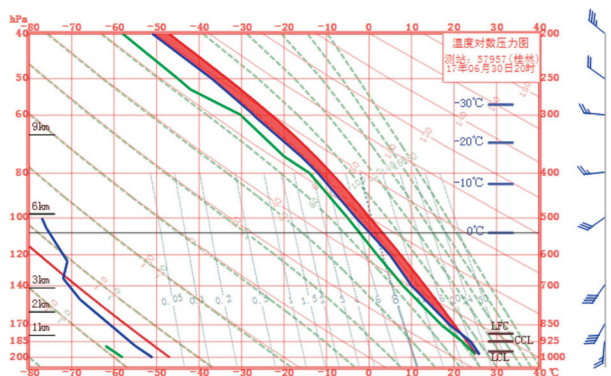


图 4 桂林站 6 月 30 日 20 时和 7 月 1 日 20 时探空图

为 $-22\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$, 等速度线密集, 上升运动非常强烈。结合前面天气形势分析可知, 此次暴雨的抬升机制主要是低层低涡切变线辐合抬升, 与高层槽前辐散气流叠加的作用。

4.4 触发条件

近地面层的中尺度辐合线对触发强对流并产生暴雨具有重要意义, 从径向速度图与相应的组合反射率(图略)可知, 2 日 08 时左右鹿寨北部出现中尺度辐合线, 同时激发出对流云团, 并在缓慢南移的过程中与周围的回波合并、迅速发展成对流的回波, 给中渡镇带来一小时 106.4mm 的降水。

5 结论

利用 Micaps 资料、地面加密自动观测资料和多普勒雷达资料, 对 2017 年 7 月初发生在柳州的一次强降水过程进行了诊断分析。结果表明:

(1) 此次暴雨过程的环流背景是: 副热带高压稳定维持, 使高原槽长时间停滞在黔桂交界一带, 槽前正涡度平流使上升运动增强, 诱发低涡生成, 地面中尺度辐合线发展, 辐合上升运动增强激发出大量的对流云团, 强回波形成列车效应, 从而产生大暴雨。

(2) 低层辐合与高层辐散的天气形势配置为此次强降水过程提供了有利动力抬升条件, 且高层辐散明显大于低层辐合, 强烈的“抽吸效应”使上升运动加强。

(3) 925hPa 水汽辐合中心与暴雨中心有较好的对应关系。

参考文献:

- [1] 《华南前汛期暴雨》编写组. 华南前汛期暴雨 [M]. 广州: 广东科技出版社, 1986.
- [2] 《广西天气预报技术和方法》编写组. 广西天气预报技术和方法 [M]. 北京: 气象出版社, 2012.
- [3] 李宜爽, 刘蕾, 李家文. 2014 年 5 月 10–11 日柳州强降水过程诊断分析 [J]. 气象研究与应用, 2015, 36(3): 34–38, 44.
- [4] 陈红, 赵思雄. 海峡两岸及邻近地区暴雨试验 (HUAMEX) 期间暴雨过程及环流特征研究 [J]. 大气科学, 2004, 28(1): 32–47.
- [5] 张端禹, 崔春光, 赵玉春. 2010 年前汛期末华南西部和东部暴雨对比分析 [J]. 气象与环境学报, 2014, 30(6): 8–15.
- [6] 王坚红, 徐碧裕, 刘刚, 等. 华南前汛期广东暴雨分区动力特征及特大暴雨分析 [J]. 气象与环境学报, 2014, 30(6): 43–51.
- [7] 夏茹娣, 赵思雄, 孙建华. 一次华南锋前暖区暴雨 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.
- [8] 王春红, 蒋全荣. 一次华南低空急流暴雨的数值模拟 [J]. 热带气象学报, 1997, 13(2): 186–192.
- [9] 王春红, 蒋全荣. 一次华南低空急流和暴雨过程的对比数值试验 [J]. 高原气象, 1996, 15(3): 318–325.
- [10] 孙建, 赵平, 周秀骥. 一次华南暴雨的中尺度结构及其复杂地形的影响 [J]. 气象学报, 2002, 60(3): 333–342.
- [11] 陈涛, 张芳华, 端义宏, 等. 广西“6.12”特大暴雨中西南涡与中尺度对流系统发展的相互关系研究 [J]. 气象学报, 2011, 69(3): 472–485.
- [12] 李菁, 黄明策, 姚才, 等. 引起广西西风系统特大暴雨的低空急流分析 [J]. 广西气象, 2005, 26(1): 1–4.
- [13] 刘晓梅, 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.
- [14] 李婷, 梁玉春, 李新华, 等. 1319 号台风“天兔”造成广西特大暴雨成因分析 [J]. 气象研究与应用, 2015, 36(S2): 49–50.
- [15] 黄远盼, 廖铭燕, 陈华忠. 2017 年广西一次特大暴雨天气过程环境条件演变特征分析 [J]. 气象研究与应用, 2015, 39(2): 14–19.
- [16] 黄明策. 广西暴雨时空特征分布 [J]. 广西气象, 2006, 27(3): 9–13.
- [17] 赵金彪, 罗建英, 高安宁, 等. 2008 年 6 月广西锋前暖区暴雨过程分析 [J]. 热带地理, 2010, 30(2): 145–150.
- [18] 刘国忠, 韦春霞, 班荣贵, 等. 广西区域极端特大暴雨成因个例分析 [J]. 气象科技, 2013, 41(5): 895–905.