

# Analysis on Torrential Rain during Aug. 27, 2015 over in the South-West of Guizhou Province

Fen Wang

Meteorological Office of Southwestern Guizhou, Xingyi Guizhou  
Email: 1043006358@qq.com

Received: Feb. 1<sup>st</sup>, 2017; accepted: Feb. 24<sup>th</sup>, 2017; published: Feb. 27<sup>th</sup>, 2017

---

## Abstract

Based on the conventional observation data, automatic station precipitation data and NCEP/NACR reanalysis data, the rainstorm process at 20:00 27 Aug to 20:00 28 Aug in south-west of Guizhou province was analyzed. The results are as follows: the western Pacific subtropical high maintained stable, east Asia large tanks guided the cold air southward, and they joint caused the torrential rain process by cooperating with projects shear; before the heavy rain, the water vapor convergence zone is mainly in the Midwest of Guizhou. On the north side of the conveyor belt, the water vapor transmission decreased dramatically due to the invasion of the weak dry cold air, and the obvious water vapor flux gradient zone was formed. When the heavy rain occurred, leaded by the warm moist air flows, big strong water vapor conveyor belt appeared in the west of Guizhou with strong vapor convergence, which provided favorable moisture conditions; when rainstorm occurred, the lower-level was positive vorticity area, and the gradient of it increased obviously; while the high-level was of obvious divergence, which indicated that the divergence in high-level and convergence in low-level over the rainstorm station provided a favorable dynamic condition for the development of heavy rain; storm centers were located in the warm wet unstable stratification, and low-level cold air invaded to the south, forcing the warm moist air in southern to raise. FY-2G satellite data showed that: two convective clouds from east Yunnan went eastward into the southwest of Guizhou province, merged in the process of development, forming the train effect; three rainstorm, heavy storm centers were caused by different convective clouds; precipitation mainly appeared in the cold cloud area, large gradient value area and convective cloud merging area; air flow along the north side of shear flowed to the southeast of the north direction, passing the most parts of the southwest of Guizhou province, and caused statewide, torrential rain.

## Keywords

The South-West of Guizhou Province, Torrential Rain, Synoptics, Cause Analysis

---

## “2015.08.27” 黔西南大暴雨天气学成因分析

王 芬

贵州省黔西南州气象局, 贵州 兴义  
Email: 1043006358@qq.com

收稿日期: 2017年2月1日; 录用日期: 2017年2月24日; 发布日期: 2017年2月27日

## 摘要

利用常规观测资料、自动站降水资料、MICAPS资料及 $1^{\circ} \times 1^{\circ}$  NCEP再分析资料, 对发生在黔西南2015年8月27日夜间的暴雨过程进行了分析, 结果表明: 此次暴雨过程中对流层中高层西太平洋副热带高压稳定维持, 东亚大槽南压, 引导冷空气南下, 配合两高切变共同影响造成了此次大暴雨过程; 暴雨发生前, 水汽辐合区主要在贵州中西部, 在该水汽输送带的北侧, 由于弱干冷空气的侵入, 水汽输送急剧减少, 形成了明显的水汽通量梯度区, 暴雨发生时, 在西南暖湿气流的引导下, 贵州西部出现了大片强水汽输送带, 且伴随有强烈的水汽辐合, 为该地区暴雨的发生发展提供了有利的水汽条件; 暴雨中心在发生强降水的时候, 中低层均为正涡度区, 且正涡度的梯度明显加大, 高层为明显的散度, 说明在暴雨发生时暴雨站的上空对应着高空辐散、低层辐合, 为暴雨的发生发展提供了有利的动力条件; 暴雨中心在强降水发生时位于暖湿不稳定层结中, 低层有冷空气向南侵入, 促使其南侧的暖湿气流被迫抬升; FY-2G资料显示, 影响此次暴雨天气的两个对流云系先后从云南东部东移进入黔西南, 在发展过程中合并, 形成列车效应, 三个暴雨、大暴雨中心是由不同的对流云团造成的, 降水主要出现在云团冷云区、梯度大值区及对流云团合并区域, 气流沿切变北侧的偏北气流向东南方向移动, 途经黔西南的大部, 造成全州性的暴雨、大暴雨天气。

## 关键词

黔西南, 大暴雨, 天气学, 成因分析

Copyright © 2017 by author and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

暴雨是贵州当地有高影响的灾害性天气之一, 其局地性强、来势猛、夜间频发, 对人民的生命财产有着重要影响, 常常引发山洪、滑坡、城市内涝等灾害, 一直是我国气象学界的研究热点之一。国内许多学者对暴雨进行了大量的研究工作, 刘勇[1]认为陕西中部一次暴雨中其低层充沛的水汽条件、较强的锋区和水汽辐合是此类暴雨产生的主要原因, 乔林[2]模拟了2006年6月12日贵州西南部一次典型突发性强对流暴雨过程, 认为低层中尺度辐合线造成了初始上升运动, 辐合线南侧的偏南气流对水汽和热量的输送是对流持续生长的最重要的因素; 王安林[3]对贵州一次连续性暴雨进行了分析, 认为此次过程是在大尺度环流背景异常稳定的条件下, 高原槽、西南低涡、中低层切变线及地面辐合线等大尺度、中小尺度天气系统相互作用及适当配置的结果; 杜小玲[4]对望谟初夏暴雨进行了分析, 认为其主要影响系统为高原短波槽、低层切变线、低空急流和地面弱冷空气, MCC或准MCC的形成及发展对望谟暴雨有直接影响; 周明非[5]对初夏两次暖区暴雨天气过程进行了对比分析, 探讨了其发生发展的天气学条件差异。

黔西南州地处贵州西南部, 我国低纬高原地区, 属于亚热带湿润季风气候, 为复杂在山地环境, 局地小气候复杂、多变, 极端天气、气候事件频发, 其中因暴雨而诱发的洪涝灾害多次对人民生命财产造

成非常严重的损失。黔西南州暴雨主要发生在夜间，具有局地性、突发性，它会引起山洪、滑坡、泥石流等灾害，而黔西南州的暴雨预报难度大，暴雨落区、量级及时效的预报预警一直是预报的难点之一[6]-[13]，因此对黔西南暴雨的研究非常有必要。本文利用2015年8月27日常规观测资料、自动站加密雨量站资料、MICAPS资料及每日4次 $1^{\circ} \times 1^{\circ}$  NCEP/NCAR再分析全球格点资料，对此次暴雨过程进行综合分析，对造成此次暴雨的系统进行了深入细致的探讨，认为此次暴雨过程中西太平洋副热带高压稳定维持，东亚大槽南压引导冷空气南下，配合两高切变造成了此次大暴雨过程，多个对流云系先后从云南东移进入黔西南，形成列车效应，且三个暴雨中心是由不同的对流云团造成的。通过此次个例分析，希望能够深入认识此类暴雨天气学成因，为将来进一步提高暴雨落区和强度提供指导性意见。

## 2. 降水实况

2015年8月27日夜間，贵州西南部遭遇了一次区域性的暴雨、局地大暴雨的天气过程，除了望谟外，整个黔西南普降暴雨、大暴雨，具体的雨量分布见图1，大暴雨区域有两个，一个在兴义南部，一个在中部偏东一线，3个监测点特大暴雨，90个监测站大暴雨，最大降水兴义猪场坪205 mm，降水量在50~99.9 mm的有128个气象监测站，暴雨的水平尺度为80~120 km，属于典型的中 $\beta$ 尺度系统。

对此次暴雨过程中各个阶段降水的时间分布特征进行分析(图2)。降水主要集中在27日21时至28日06时，选取三个暴雨、大暴雨中心进行分析，分别为兴义南部的猪场坪监测点(24小时累积雨量205 mm)、贞丰龙井监测点(24小时累积雨量201 mm)、册亨县站(24小时累积雨量126 mm)。27日20时至21时黔西南北部贞丰龙井监测点产生强降水，1 h累积降水为66.4 mm，降水超过了特强降雨团标准[5]，21~22时降水减弱，小时雨量降为45.8 mm，22~23时降水急剧减弱，小时雨强仅为9.6 mm，此后雨强维持在20 mm以下，短时强降水维持2个小时。28日00~01时，兴义猪场坪强降水开始，小时雨强为44.1 mm，01~02时，小时雨强继续增大，为75.1 mm，02~03时，雨势减弱为35.7 mm，此后短时强降水结束，小时雨量逐渐减少，短时强降水维持时间为3个小时。28日03~04时册亨县站强降水开始，小时雨量为29.8 mm，04~05时强降水减少为15.8 mm，短时强降水结束，此后雨量逐渐减少，短时强降水维持时间仅为1个小时。

## 3. 大尺度环流背景

图3给出了27日14时、20时、28日02时、28日08时的200 hPa、500 hPa、700 hPa配置情况，实线为500 hPa高度场，填色区为200 hPa上风速大于等于30 m/s的区域。27日14时(图3(a))，东亚大槽位于西太平洋副高外围，东亚大槽槽底伸至贵州北部，大陆高压控制云南中南部地区，与西太平洋副高在广西的中西部形成两高切变。20时东亚大槽南压(图3(b))，引导槽后冷空气南下，同时两高切变东移

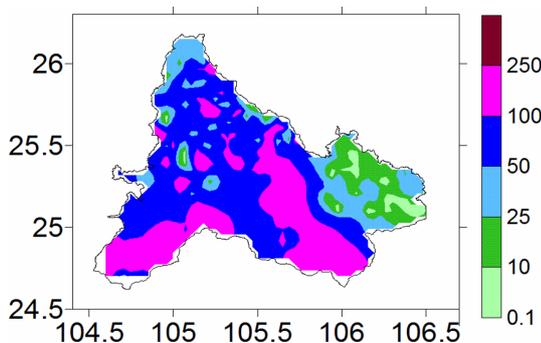


Figure 1. Accumulative precipitation during 20:00 27 Aug. to 20:00 28 Aug. 2015 (unit: mm)

图1. 2015年8月27日20时至8月28日20时黔西南降水量分布图(单位:毫米)

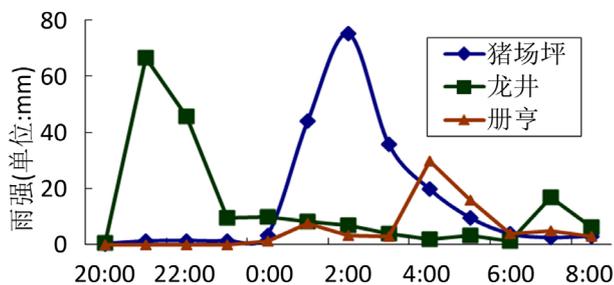


Figure 2. Temporal evolution of hourly precipitation of three heavy rain centers (unit: mm)

图 2. 三个暴雨、大暴雨中心日雨量的时间演变

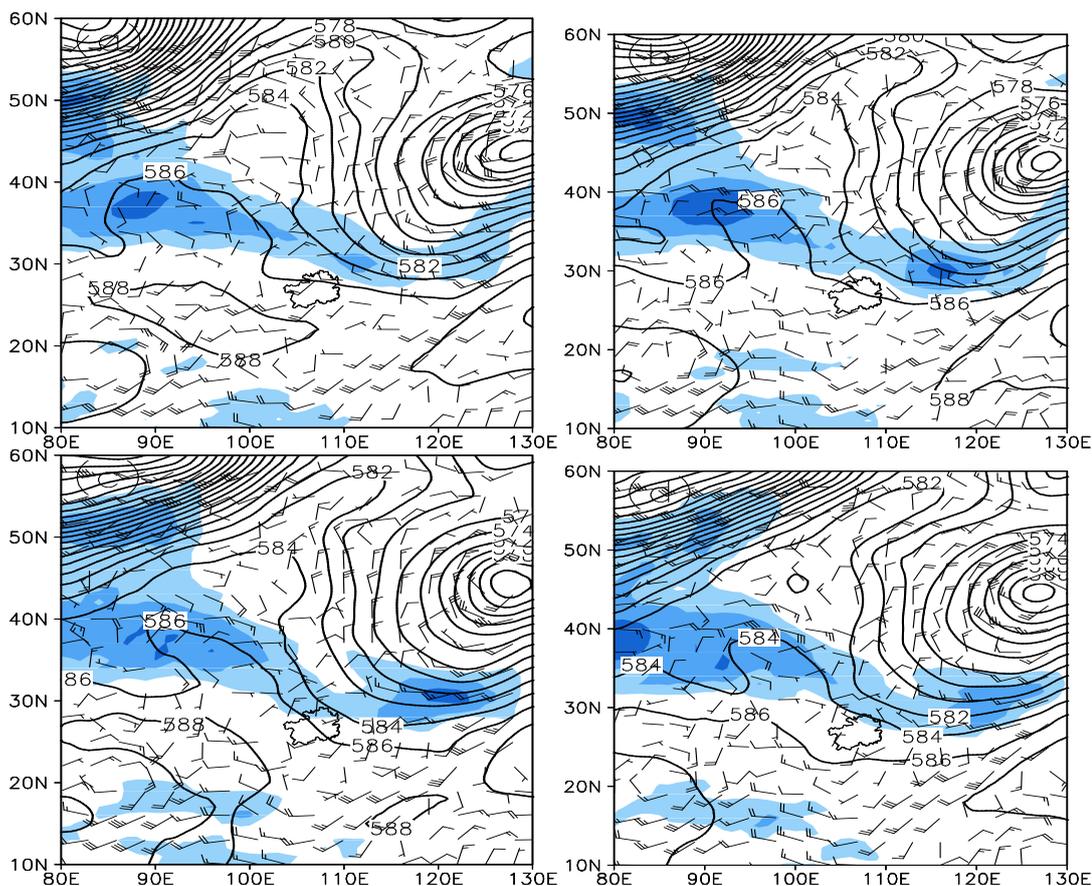


Figure 3. Evolution of synoptic situation before and after rainstorm: (a) at 14:00 on Aug 27th, (b) at 20:00 on Aug 27th, (c) at 2:00 on Aug 28th, (d) at 8:00 on Aug 28th

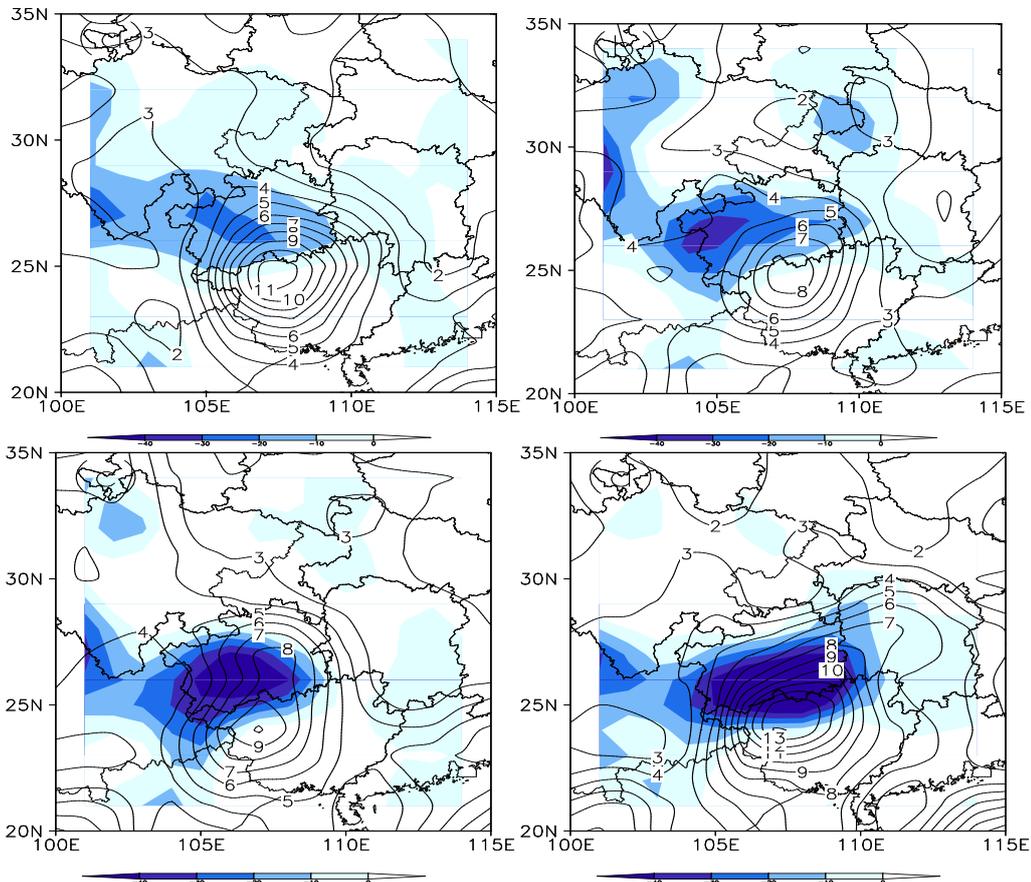
图 3. 暴雨发生前后高低空环流形势: (a) 27 日 14 时, (b) 27 日 20 时, (c) 28 日 02 时, (d) 28 日 08 时

共同影响黔西南州。28 日 02~08 时东亚大槽继续南压(图 3(c)、图 3(d)), 两高切变维持。综合来看, 此次过程对流层中高层西太平洋副高稳定维持, 东亚大槽南压, 引导冷空气南下, 配合两高切变共同影响造成了此次大暴雨过程。

#### 4. 中尺度环境场分析

##### 4.1. 水汽条件

图 4 是 8 月 27 日 14 时、27 日 20 时、28 日 02 时、28 日 08 时 850 hPa 水汽通量及水汽通量散度图,



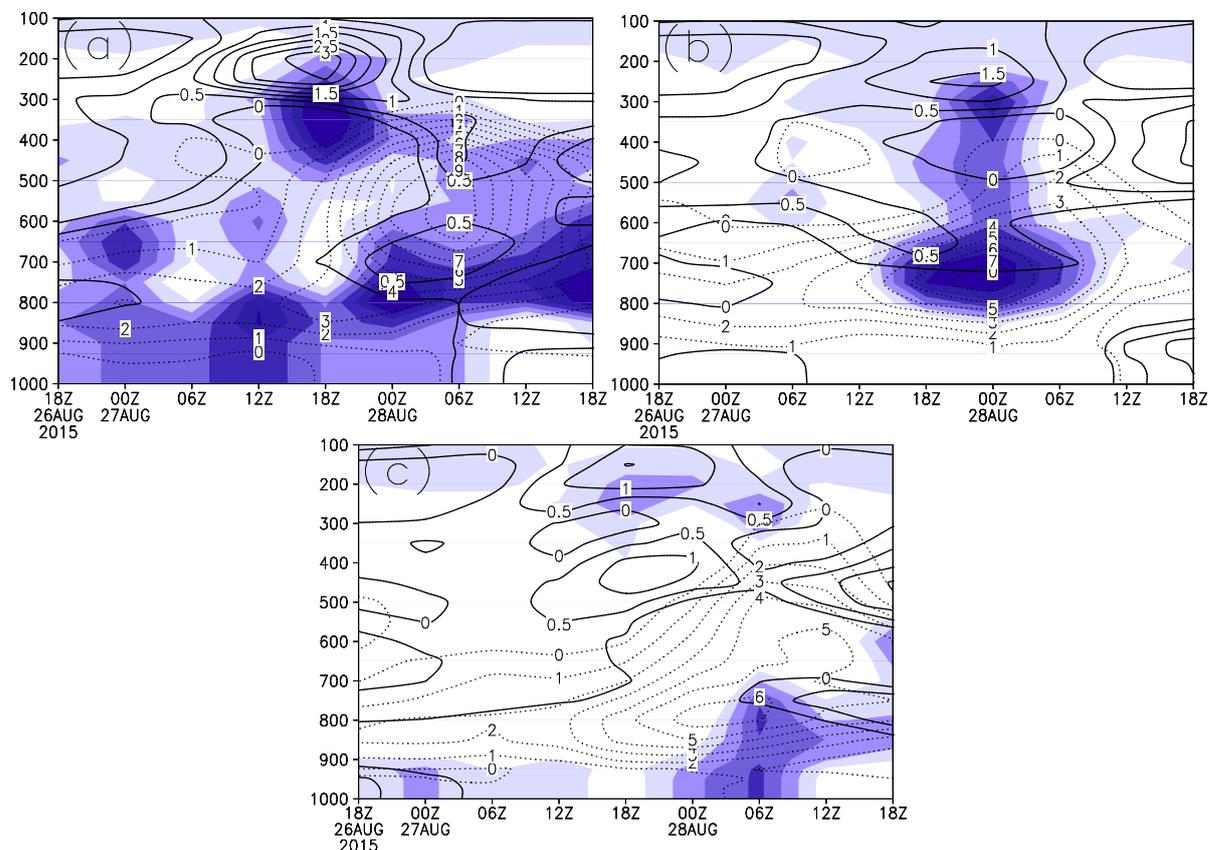
**Figure 4.** Water vapor flux and divergence at 850 hPa: (a) at 14:00 on Aug 27th, (b) at 20:00 on Aug 27th, (c) at 2:00 on Aug 28th, (d) at 8:00 on Aug 28th

**图 4.** 850 hPa 水汽通量及水汽通量散度: (a) 27 日 14 时, (b) 27 日 20 时 (c) 28 日 02 时, (d) 28 日 08 时

等值线为水汽通量, 填色区为水汽通量散度的负值区。27 日 14 时(图 4(a)), 水汽辐合区主要在贵州中西部, 贵州的大部虽为水汽的辐合区, 但是辐合弱, 其值小于  $-10 \sim -20 \text{ g}/(\text{s}\cdot\text{hPa}\cdot\text{cm}^2)$ , 在该水汽输送带的北侧, 由于弱干冷空气的侵入, 水汽输送急剧减少, 形成了明显的水汽通量梯度区; 此时水汽通量值为  $4 \sim 10 \text{ g}/(\text{s}\cdot\text{hPa}\cdot\text{cm})$ , 大值区在广西北部至黔南一带。27 日 20 时(图 4(b)), 在西南暖湿气流的引导下, 贵州西部出现了大片强水汽输送带, 贵州西部的水汽辐合达到了  $-30 \text{ g}/(\text{s}\cdot\text{hPa}\cdot\text{cm}^2)$ , 表明该地区对流层低层水汽输送强, 且伴随有强烈的水汽辐合, 为该地区暴雨的发生发展提供了有利的水汽条件; 但是水汽通量略减少, 黔西南的水汽通量在  $5 \text{ g}/(\text{s}\cdot\text{hPa}\cdot\text{cm})$  左右。28 日 02 时(图 4(c)), 贵州西部的水汽辐合达到了最强盛阶段, 最强中心达到了  $-40 \text{ g}/(\text{s}\cdot\text{hPa}\cdot\text{cm}^2)$ , 黔西南在  $-30 \sim -40 \text{ g}/(\text{s}\cdot\text{hPa}\cdot\text{cm}^2)$ , 水汽通量的中心略北移。28 日 08 时(图 4(d)), 水汽辐合中心略东移, 中心位于黔西南、黔南、黔东南一带, 强中心的面积增大, 数值没有明显变化, 水汽通量有较为明显的增大, 中心区域的面积和强度均增大, 中心值达到了  $12 \sim 13 \text{ g}/(\text{s}\cdot\text{hPa}\cdot\text{cm})$ 。

#### 4.2. 涡度、散度、垂直速度变化

为讨论暴雨中心的动力条件特征, 对选取的三个暴雨中心物理量剖面随时间的变化进行了计算, 分别计算出了散度、涡度和垂直速度的高度-时间演变分布图(图中时间为世界时)。由图 5(a)可知, 兴义猪场坪在短时强降水发生时(28 日 00~04 时), 低层的正涡度明显增大, 其中心分布在  $800 \sim 300 \text{ hPa}$ ,  $300 \text{ hPa}$  以上为明显的散度区, 低层对应明显的上升运动, 在短时强降水结束后(28 日 04 时之后)中低层从辐合区

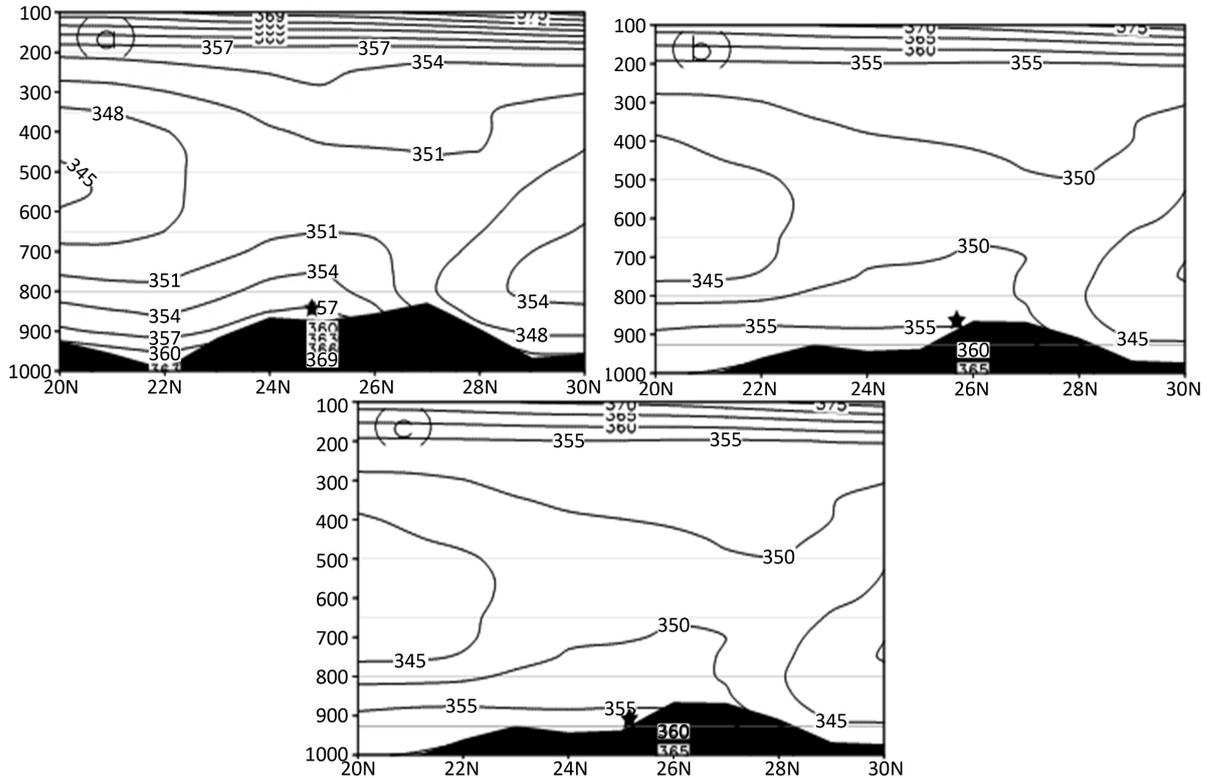


**Figure 5.** Altitude-temporal physical quantities over the three heavy rainstorm centers (dashed line, unit:  $10^{-5}\text{s}^{-1}$ ), divergence (solid line, unit:  $10^{-5}\text{s}^{-1}$ ) and vertical velocity (shaded, unit: Pa/s): (a) ZHU Changping, (b) LONG Jing, (c) Cehen  
**图 5.** 三个大暴雨中心物理量的高度-时间演变(点线为正涡度区, 单位:  $10^{-5}\text{s}^{-1}$ , 实线为正散度区, 单位:  $10^{-5}\text{s}^{-1}$ , 阴影区为垂直速度的负值区, 单位: Pa/s): (a) 兴义猪场坪, (b) 贞丰龙井, (c) 册亨

转为辐散区,但是正涡度继续增大,在28日14时达到了最高值,上升运动大值区抬至800~600 hPa,低层的上升运动明显减弱,强降水结束。分析图5(b)可知,贞丰龙井站在暴雨发生时(27日20时~22时),中低层为正涡度区,涡度梯度明显增大,中高层为辐散区,上升运动区在600~300 hPa,23时之后短时强降水结束,但是上升运动区在中层继续维持,中高层依然是辐散区,涡度在短时强降水结束后,继续增大,在28日08时达到最高值,此后逐渐减小。分析图5(c)知,册亨站在短时强降水发生时,正涡度的梯度明显加大,中心值达到 $5 \times 10^{-5}\text{s}^{-1}$ ,但上升运动不明显,中高层有明显的辐散。由图5可知,三个暴雨站发生强降水的时候,中低层为正涡度区,且正涡度的梯度明显加大,高层为明显的散度,说明在暴雨发生时暴雨站的上空对应着高空辐散、低层辐合,为暴雨的发生发展提供了有利的动力条件。

### 4.3. 热力条件

图6给出了三个暴雨中心27日20时沿对应经度的假相当位温 $\theta_{se}$ 剖面图,以345K代表冷空气的南端。27日20时(图6(a)),暴雨中心兴义猪场坪 $\theta_{se}$ 数值357 K,且位于 $\theta_{se}$ 密集区,即位于暖湿不稳定层结中,在700~400 hPa以上层结接近中性,345 K在底层向南伸展,说明在低层有冷空气向南侵入,促使其南侧的暖湿气流被迫抬升。27日20时(图6(b)),暴雨中心贞丰龙井 $\theta_{se}$ 数值355 K,345 K在中低层向南伸展,说明低层有冷空气向南侵入。另一个暴雨中心册亨纬度与贞丰龙井非常接近,其假相当位温 $\theta_{se}$ 剖面图结构与贞丰龙井几乎一致,故在此就不多叙述。



**Figure 6.** Latitude-height profile of the pseudo-equivalent potential temperature over the three heavy rain centers: (a) ZHU Changping, (b) LONG Jing, (c) Cehen (unit: k)  
**图 6.** 三个暴雨中心  $\theta_{se}$  纬度-高度剖面  $\theta_{se}$ : (a) 兴义猪场坪, (b) 贞丰龙井, (c) 册亨(单位: k)

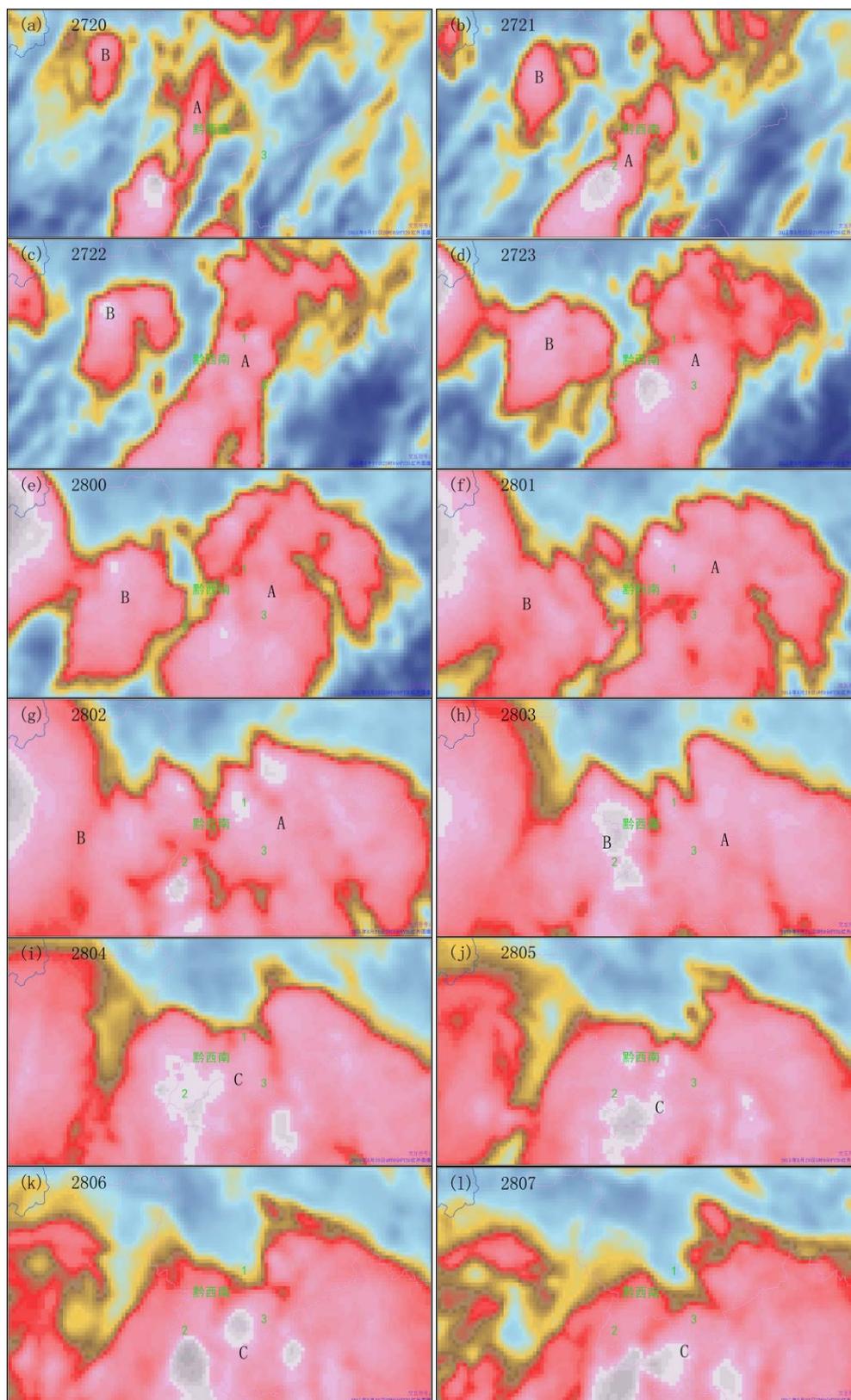
#### 4.4. 卫星云图分析

利用 FY-2G 卫星资料对此次暴雨天气过程进行了分析, 图中标号 1 为贞丰龙井, 2 为兴义猪场坪, 3 为册亨县站。从卫星红外云图的演变可知(图 7), 27 日 20 时云南罗平至黔西南有一南北条状云团 A 生成, 云团 A 向东移动过程中面积增大, 强度增强, 22 时主体移至黔西南的东部、南部一线, 同时云南罗平境内又有一对流云团 B 生成, 此时段内贞丰龙井(标号为 1) 20~21 时 1 h 降水为 66.4 mm, 21~22 时降为 45.8 mm。此后云团 A 位置少动, 而在云南东部的对流云团 B 不断增大增强。28 日 00 时云团 B 进入黔西南西部, 并在 02 时与云团 A 合并, 形成典型的 MCS, 此时段内 00~01 时, 兴义西部猪场坪(标号为 2)强降水开始, 小时雨强为 44.1 mm, 01~02 时为 75.1 mm, 02~03 时减弱为 35.7 mm。合并后的云团 C 缓慢东移, 在黔西南境内维持了 5 个小时(02 时~07 时), 28 日 08 时进入广西境内。

综合分析图 7 可知, 此次暴雨天气过程的两个对流云系先后在云南东部至与贵州西部交界处生成, 东移后进入黔西南, 两个对流云系在发展东移过程中合并, 形成列车效应。三个暴雨、大暴雨中心是由不同的对流云团造成的: 贞丰龙井的强降水主要是云团 A 造成的, 而兴义猪场坪的降水是由对流云系 A、B 合并造成的, 册亨县城的降水则主要为发展成熟后的 MCS (云团 C)东移过程造成的。降水主要出现在云团冷云区、梯度大值区及对流云团合并区域, 气流沿切变北侧的偏北气流向东南方向移动, 途径黔西南的大部, 造成全州性的暴雨、大暴雨天气。

#### 4. 结论与讨论

- 1) 暴雨发生前, 东亚大槽位于副高外围, 东亚大槽槽底伸至贵州北部, 大陆高压控制云南中南部,



**Figure 7.** FY-2G hourly infrared cloud from 20:00 27 Aug to 07:00 28 Aug  
**图 7.** 8月27日20时-28日07时FY-2G 红外云图逐小时资料

并与西太平洋副高在广西中西部形成两高切变。27 日 20 时东亚大槽南压，引导槽后冷空气南下，同时两高切变东移共同影响我州。

2) 暴雨发生前，水汽辐合区主要在贵州中西部，在该水汽输送带的北侧有明显的水汽通量梯度区；暴雨发生时，在西南暖湿气流的引导下，贵州西部出现了大片强水汽输送带，且伴随有强烈的水汽辐合，为该地区暴雨的发生发展提供了有利的水汽条件；暴雨中心发生强降水的时候，中低层为正涡度区，且正涡度的梯度明显加大，高层为明显的散度，说明在暴雨发生时暴雨站的上空对应着高空辐散、低层辐合，为暴雨的发生发展提供了有利的动力条件；暴雨中心在暴雨发生时位于暖湿不稳定层结中，低层有冷空气向南侵入，促使其南侧的暖湿气流被迫抬升。

3) FY-2G 卫星资料显示，影响此次暴雨天气过程的两个对流云系先后从云南东部东移进入黔西南，在发展过程中合并，形成列车效应，三个暴雨、大暴雨中心是由不同的对流云团造成的，降水主要出现在云团冷云区、梯度大值区及对流云团合并区域，气流沿切变北侧的偏北气流向东南方向移动，途径黔西南的大部，造成全州性的暴雨、大暴雨天气。

## 基金项目

贵州省科技厅项目(黔科合基础[2016]1138)，贵州省气象科技开放基金(黔气科合 KF[2016] 10 号)，黔西南州科技局项目(2016-1-15)共同资助。

## 参考文献 (References)

- [1] 刘勇, 袁媛, 徐娟娟. 大气层结对流稳定条件格林威治角一次区域性暴雨的成因[J]. 高原气象, 2016, 35(5): 1317-1326.
- [2] 乔林, 陈涛, 路秀娟. 黔西南一次中尺度暴雨的数值模拟诊断研究[J]. 大气科学, 2009, 33(3): 537-550.
- [3] 王安林, 何春燕, 冯晓芬. 贵州省一次连续性暴雨 - 大暴雨过程分析[J]. 贵州气象, 2007, 31(4): 22-23.
- [4] 杜小玲, 杨静, 彭芳, 等. 贵州望谟初夏暴雨环境场和物理量场合成分析[J]. 高原气象, 2013, 32(5): 1400-1413.
- [5] 周明非, 杜小玲, 熊伟. 贵州初夏两次暖区暴雨的对比分析[J]. 气象, 2014, 40(2): 186-195.
- [6] 李玉兰, 杜长萱. 中  $\beta$ -尺度云团造成不同降水强度的对比分析[J]. 大气科学, 1994(4): 492-497.
- [7] 李腹广, 王芬. 黔西南州一次暴雨中尺度对流系统的发展分析[J]. 贵州气象, 2006, 30(3): 3-5.
- [8] 崔庭, 吴古会, 赵玉金, 等. 黔西南州望谟县“6.06”特大暴雨过程中尺度分析[J]. 安徽农业科学, 2012(3): 2260-2263.
- [9] 陈晓燕, 周翠芳, 杨玲. 2004 年 7 月 4-5 日贵州省黔西南州首场暴雨的物理量诊断分析[J]. 云南地理环境研究, 2004, 16(S1): 13-16.
- [10] 王芬, 谷晓平, 李腹广, 等. 黔西南一次低涡切变型暴雨的中尺度分析[J]. 沙漠与绿洲气象, 2015, 9(5): 41-46.
- [11] 唐浩鹏, 王芬, 金强兵. 2014 年 7 月 13-17 日贵州持续性暴雨的分析[J]. 沙漠与绿洲气象, 2015, 9(6): 41-49.
- [12] 王芬, 徐啟元, 李腹广. 望谟近 5a 短时强降水特征及其形成机理分析[J]. 贵州气象, 2016, 40(3): 31-36.
- [13] 王芬, 孙旭东, 杨溢, 等. 黔西南暴雨多时间尺度特征及其天气学成因分析[J]. 气象研究与应用, 2015, 36(2): 15-20.

**期刊投稿者将享受如下服务：**

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：[ag@hanspub.org](mailto:ag@hanspub.org)