

# Assessment of the Impacts of Persistent Rainstorm Weather on Crops in Early Summer of 2019 in Western Guizhou

Zaixiang Chi<sup>1\*</sup>, Peng Gao<sup>1</sup>, Yun Chen<sup>2</sup>, Zhifen Shu<sup>3</sup>, Lijuan Liu<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Liupanshui Meteorological Office of Guizhou, Liupanshui Guizhou

<sup>2</sup>Shuicheng Meteorological Bureau, Shuicheng Guizhou

<sup>3</sup>Liupanshui Agricultural and Rural office of Guizhou, Liupanshui Guizhou

Email: qxxf\_850@163.com

Received: Oct. 8<sup>th</sup>, 2019; accepted: Oct. 24<sup>th</sup>, 2019; published: Oct. 31<sup>st</sup>, 2019

## Abstract

According to the monitoring, there were persistent rainstorms on 6-7, 9-10, 12-14, 16-19 and 23-24 June of 2019 in Western Guizhou, which had a serious impact on rice, maize, potatoes, vegetables and cash crops such as orchards and tea gardens. Based on the precipitation data of 228 dense regional automatic stations in Western Guizhou Province, five continuous cumulative precipitation events in early summer of 2019 were counted, and the causes of persistent rainstorm were analyzed in combination with the weather situation field and water vapor field. The results show that there are low troughs on the 500 hPa plateau, the western Pacific subtropical high is located in the south of Guangdong and Guangxi, the 700 hPa plateau has low eddy shear, and the 700 hPa plateau has abundant water vapor in central Yunnan and Western Guizhou, and its water vapor flux is more than  $0.9 \times 10^{-3} \text{ g} \cdot \text{S}^{-1} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ . Five sustained rainstorms resulted in 22.3 thousand tons of grain loss, 3.5 thousand tons of vegetable loss, 3.1 thousand tons of fruit loss and 107.1897 million yuan of direct economic loss in agriculture in Western Guizhou.

## Keywords

Flood Disaster, Weather System, Crops, Impact

# 贵州西部2019年初夏持续性暴雨天气对作物影响评估

池再香<sup>1\*</sup>, 高 鹏<sup>1</sup>, 陈 蕴<sup>2</sup>, 舒志芬<sup>3</sup>, 刘莉娟<sup>1</sup>

<sup>1</sup>贵州省六盘水市气象局, 贵州 六盘水

\*第一作者。

<sup>2</sup>贵州省水城县气象局, 贵州 水城

<sup>3</sup>贵州省六盘水市农业农村局, 贵州 六盘水

Email: qxxf\_850@163.com

收稿日期: 2019年10月8日; 录用日期: 2019年10月24日; 发布日期: 2019年10月31日

## 摘要

根据监测, 贵州西部2019年6月6日~7日、9日~10日、12日~14日、16日~19日、23日~24日出现持续性暴雨天气, 对水稻、玉米、马铃薯、蔬菜等农作物及果园、茶园等经济作物造成较大影响。利用贵州西部228个加密区域自动站降水资料, 统计2019年初夏5次持续性累积降水量, 并结合天气形势场和水汽场, 分析持续性暴雨形成的原因。结果表明: 5次持续性暴雨天气过程, 500 hPa高原上均有低槽存在, 西太平洋副热带高压基本位于广东、广西以南地区; 700 hPa高原均有低涡切变存在; 700 hPa云南中部-贵州西部水汽均较充足, 其水汽通量均超过 $0.9 \times 10^{-3} \text{ g} \cdot \text{S}^{-1} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ 。5次持续性暴雨天气过程造成贵州西部地区粮食损失2.23万t, 蔬菜损失0.35万t, 水果损失0.31万t; 农业直接经济损失10,718.97万元。

## 关键词

洪涝灾害, 天气系统, 作物, 影响

Copyright © 2019 by author(s) 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

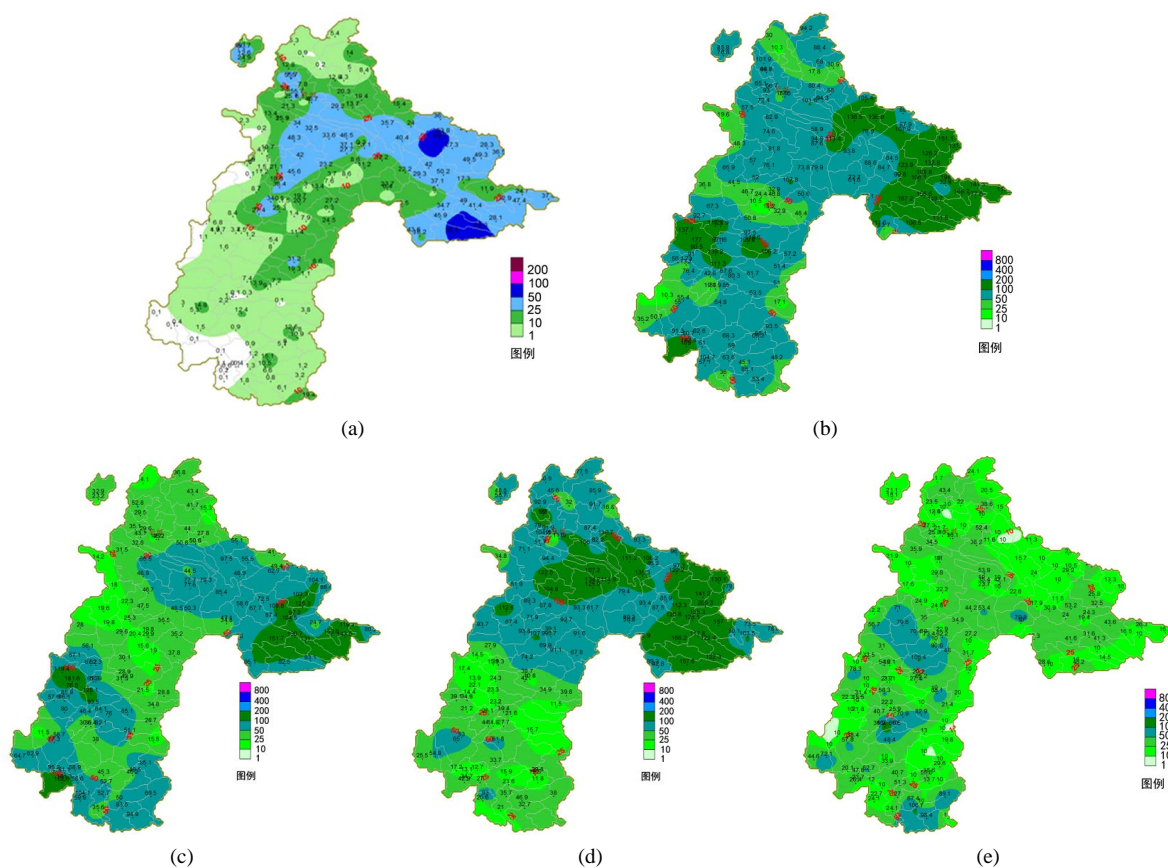
贵州西部地处低纬度高海拔山区, 天气气候复杂, 气象灾害频繁, 种类繁多。主要气象灾害有倒春寒、春旱、冰雹、暴雨洪涝、秋风秋绵雨、低温雨雪冰冻等[1], 气象灾害造成的经济损失占自然灾害的70%以上[2]。由于近年来云贵高原东部时有极端天气事件发生, 池再香等[3]分析了2009年秋季至2010年春季的秋、冬、春连旱, 严重影响人、畜饮水和小麦、油菜、马铃薯、蔬菜等作物的生长发育。池再香等[4]分析了2013年的高温干旱对红阳猕猴桃的影响, 得到2013年降水量偏少不能满足红阳猕猴桃生长发育需求的结论。池再香等[5]分析了贵州红心猕猴桃膨大期对气温与降水变化的响应, 得到日降水量 $\leq 1.0 \text{ mm}$ 不能满足果实的膨大, 日降水量 $> 30.0 \text{ mm}$ 对红心猕猴桃果实容易造成机械损伤。而贵州西部4~9月又是水稻、马铃薯、玉米等粮食作物和柑桔类、梨类、桃类以及猕猴桃、苹果等水果作物的生长季节, 夏季持续性强降水对马铃薯、玉米、水稻和红心猕猴桃、桃类、柑桔类、葡萄类等作物亦危害较大, 肖艳林等[6]曾统计2014年6月2次暴雨天气过程分别造成贵州兴义市南盘江、泥凼两个乡镇和黔东南州黎平县德顺乡因洪涝灾害造成较大损失。李贵琼等[7]通过分析2016年春季贵州西部极端气候事件对农业生产的影响, 发现降水偏多, 土壤水饱和, 造成土壤偏湿, 影响小麦、油菜等夏收作物成熟和正处于开花-坐果期的果树以及成熟期的车厘子。本文拟通过对2019年初夏(6月)5次持续性暴雨天气过程对作物的影响进行分析, 为贵州西部农业生产趋利避害提供参考依据。

## 2. 持续暴雨天气特点

贵州西部2019年6月5日20:00~7日20:00(6日~7日, 简称过程I, 下同)、8日20:00~10日20:00(9日~10日, 简称过程II, 下同)、11日20:00~14日20:00(12日~14日, 简称过程III, 下同)、15日20:00~19

日 20:00 (16 日~19 日, 简称过程 IV, 下同)、22 日 20:00~24 日 20:00 (23 日~24 日, 简称过程 V, 下同) 出现持续性暴雨天气。

据监测、统计, 过程 I 累积降水量大多在 25~60 mm 之间, 降水空间分布不均, 降水主要集中在中部以北地区, 以六枝特区新场乡 84.7 mm 为最大, 南部地区大部分乡镇降水量不足 10 mm (图 1(a)); 过程 II 累积降水量大多在 50~150 mm 之间, 降水空间分布较均匀, 以盘州市柏果镇 176.4 mm 为最大(图 1(b)); 过程 III 累积降水量大多在 30~130 mm 之间, 降水空间分布较均匀, 以盘州市柏果镇 181.6 mm 为最大(图 1(c)); 过程 IV 累积降水量大多在 50~160 mm 之间, 降水空间分布不均, 降水主要集中在中部以北地区, 以六枝特区龙河镇 195.5 mm 为最大, 南部大部分乡镇降水量不足 30 mm (图 1(d)); 过程 V 累积降水量大多在 30~100 mm 之间, 降水空间分布不均匀, 暴雨主要集中在中部以南地区, 以盘州市双凤镇 166.8 mm 为最大, 东部边缘和北部边缘降水量不足 20 mm (图 1(e))。



**Figure 1.** Distribution of precipitation in townships of Western Guizhou on early summer of 2019 (unit: mm, (a) is from 20:00 5<sup>th</sup> to 20:00 7<sup>th</sup>, (b) is from 20:00 8<sup>th</sup> to 20:00 10<sup>th</sup>, (c) is from 20:00 11<sup>th</sup> to 20:00 14<sup>th</sup>, (d) is from 20:00 15<sup>th</sup> to 20:00 19<sup>th</sup>, (e) is from 20:00 22<sup>th</sup> to 20:00 24<sup>th</sup> June)

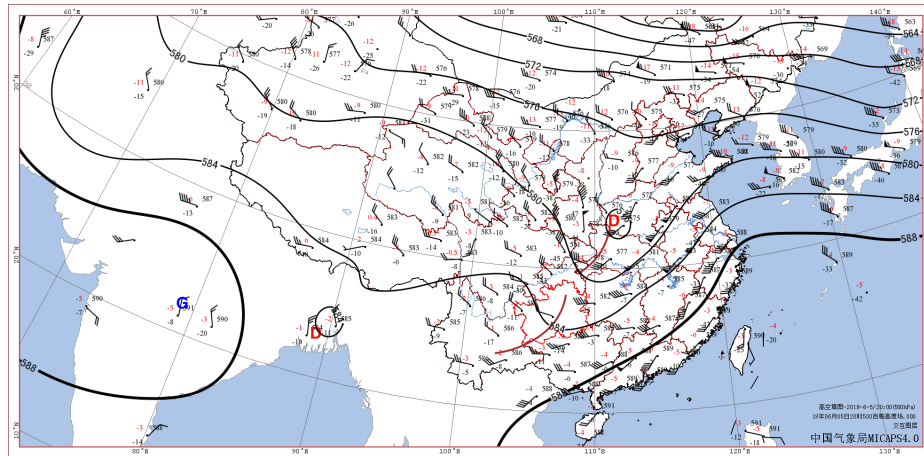
**图 1.** 贵州西部 2019 年初夏各乡镇降水量分布(单位: mm, (a) 为 6 月 5 日 20:00~7 日 20:00, (b) 为 8 日 20:00~10 日 20:00, (c) 为 11 日 20:00~14 日 20:00, (d) 为 15 日 20:00~19 日 20:00, (e) 为 22 日 20:00~24 日 20:00)

### 3. 天气系统影响

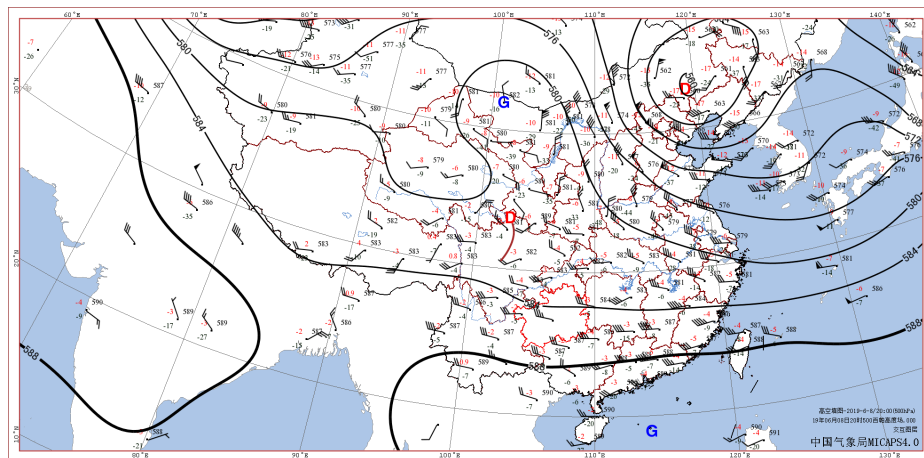
#### 3.1. 500 hPa 形势场

在贵州西部 2019 年 6 月的 5 次持续暴雨天气过程中, 暴雨发生前高原上均有低槽存在, 西太平洋副热带高压(简称副高, 下同)基本位于广东、广西以南地区。不同之处是过程 I (图 2(a))和过程 IV (图 2(d))

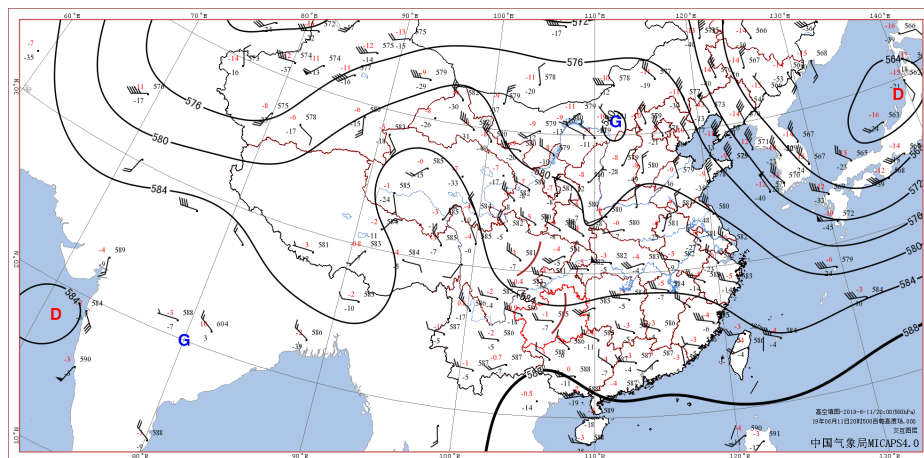
的 500 hPa 上空小槽均位于高原东部边缘，位置偏北，故暴雨主要出现在中部以北地区；过程 II (图 2(b)) 和过程 III (图 2(c)) 的 500 hPa 上空低槽均位于四川中部，且西藏东部均有小槽补充，故暴雨覆盖了贵州西部地区；过程 V (图 2(e)) 的 500 hPa 上空副高位于两广 - 贵州西南部 - 四川南部 - 西藏东部，副高南压之后，位于西藏东部的小槽东移影响中部以南地区，故暴雨主要出现在中部以南地区。



(a)

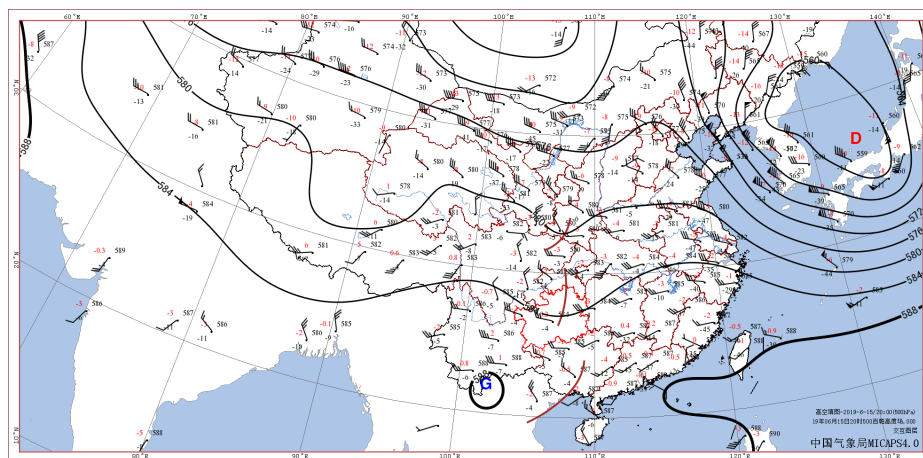


(b)

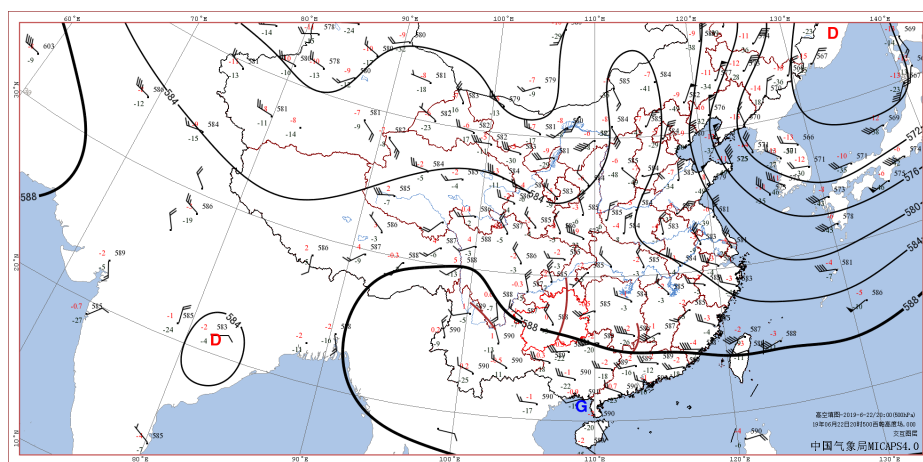


(c)





(d)



(e)

**Figure 2.** Distribution characteristics of 500 hPa situation field of five continuous rainstorms in June 2019 (height field unit: dagpm, (a) is 20:00 5<sup>th</sup>, (b) is 20:00 8<sup>th</sup>, (c) is 20:00 11<sup>th</sup>, (d) is 20:00 15<sup>th</sup>, (e) is 20:00 22<sup>th</sup>)

**图 2.** 2019 年 6 月 5 次持续暴雨 500 hPa 形势场分布特征(高度场单位: dagpm, (a) 为 5 日 20:00, (b) 为 8 日 20:00, (c) 为 11 日 20:00, (d) 为 15 日 20:00, (e) 为 22 日 20:00)

综上所述分析可知, 高原小槽的位置与贵州西部暴雨落区有较好的对应关系。

### 3.2. 700 hPa 形势场

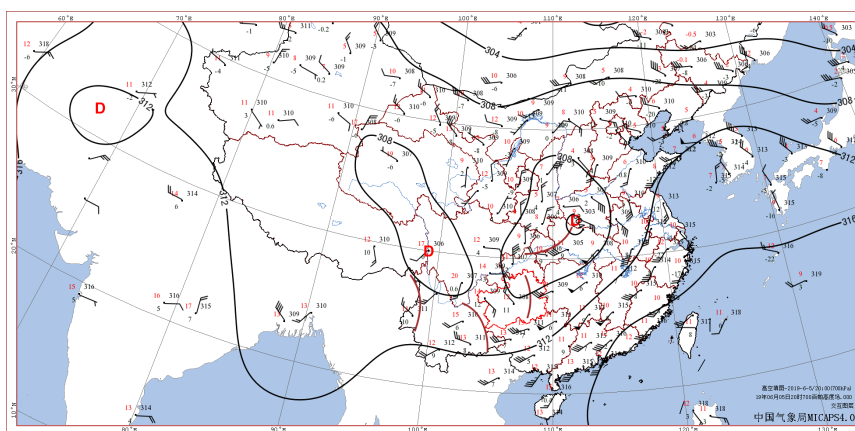
在贵州西部 2019 年 6 月的 5 次持续暴雨天气过程中, 暴雨发生前高原均有低涡切变线存在。不同之处是过程 I (图 3(a)) 和过程 IV (图 3(d)) 的 700 hPa 四川西部或云南西北有低涡切变线, 东移影响贵州时其位置偏北, 故暴雨主要出现在中部以北地区; 过程 II (图 3(b)) 和过程 III (图 3(c)) 的 700 hPa 四川南部 - 云南东部有切变线存在, 且四川东部 - 重庆 - 贵州西北部亦有切变线存在, 故暴雨覆盖了贵州西部地区; 过程 V (图 3(e)) 的 700 hPa 四川南部 - 贵州东南部有切变线存在, 切变线位置偏南, 故暴雨主要出现在中部以南地区。

综上所述分析可知, 切变线位置与贵州西部暴雨落区有较好的对应关系。

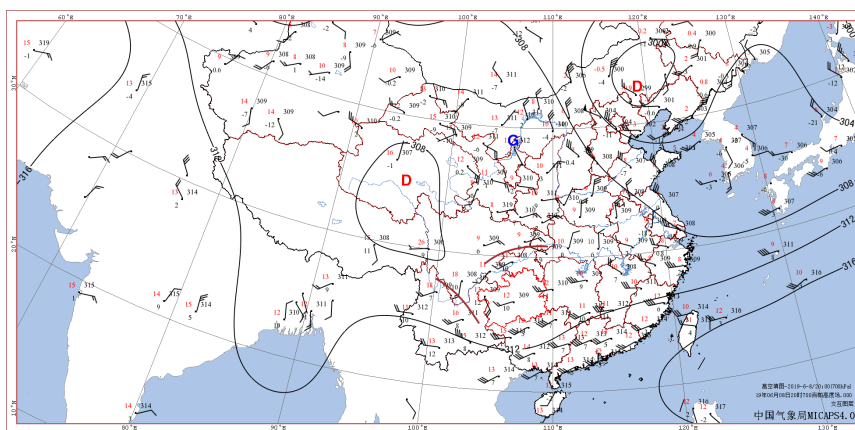
### 3.3. 700 hPa 水汽场

在贵州西部 2019 年 6 月的 5 次持续暴雨天气过程中, 暴雨发生前云南中部 - 贵州西部水汽均较充沛,

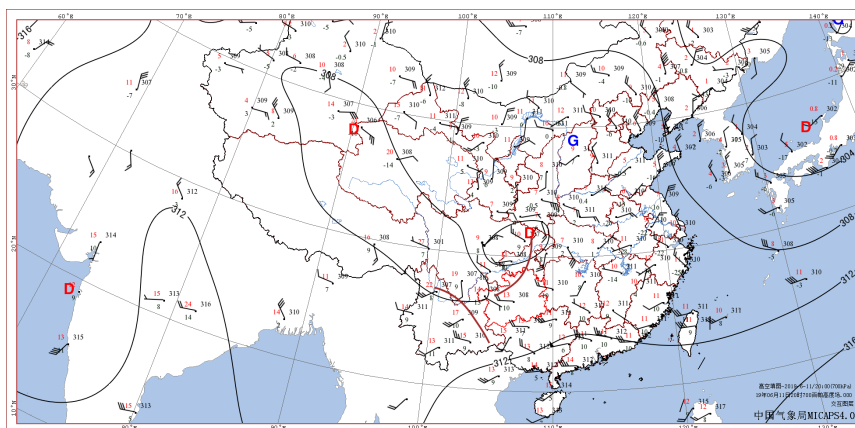
其水汽通量均超过  $0.9 \times 10^{-3} \text{ g}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{hPa}^{-1}\cdot\text{cm}^{-1}$ 。不同之处是过程 I (图 4(a)) 和过程 IV (图 4(d)) 的 700 hPa 云南宣威水汽通量高达  $1.3 \times 10^{-3} \text{ g}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{hPa}^{-1}\cdot\text{cm}^{-1}$  以上, 丰富的水汽位置偏北, 故暴雨主要出现在中部以北地区; 过程 II (图 4(b)) 和过程 III (图 4(c)) 的 700 hPa 云南东部-贵州西部水汽通量高达  $1.3 \times 10^{-3} \text{ g}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{hPa}^{-1}\cdot\text{cm}^{-1}$  以上, 丰富的水汽覆盖了贵州西部, 故暴雨较均匀地分布在贵州西部地区; 过程 V (图 4(e)) 的 700 hPa 云南宣威-贵州西南部水汽通量高达  $1.5 \times 10^{-3} \text{ g}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{hPa}^{-1}\cdot\text{cm}^{-1}$  以上, 尤其是云南宣威南部水汽通量高达  $1.7 \times 10^{-3} \text{ g}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{hPa}^{-1}\cdot\text{cm}^{-1}$ , 丰富的水汽位置偏南, 故暴雨主要出现在中部以南地区。



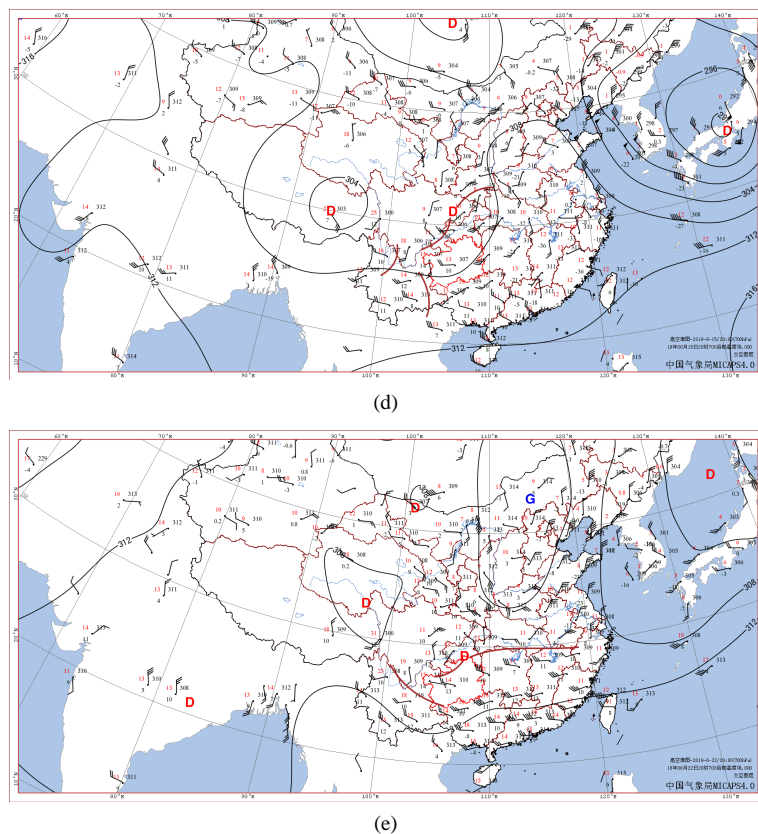
(a)



(b)

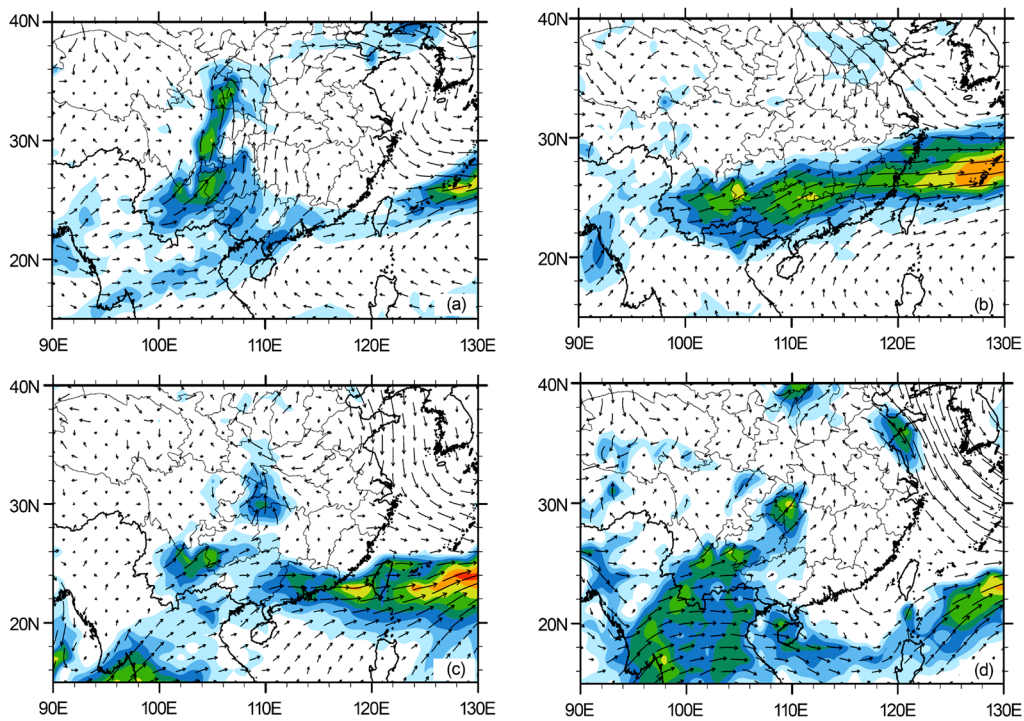


(c)

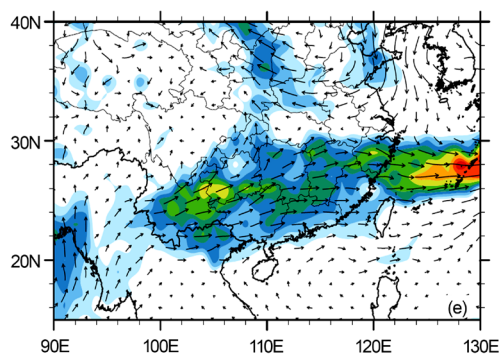


**Figure 3.** Distribution characteristics of 700 hPa situation field of five continuous rainstorms in June 2019 (height field unit: dagpm, (a) is 20:00 5<sup>th</sup>, (b) is 20:00 8<sup>th</sup>, (c) is 20:00 11<sup>th</sup>, (d) is 20:00 15<sup>th</sup>, (e) is 20:00 22<sup>th</sup>)

**图 3.** 2019 年 6 月 5 次持续暴雨 700 hPa 形势场分布特征(高度场单位: dagpm, (a) 为 5 日 20:00, (b) 为 8 日 20:00, (c) 为 11 日 20:00, (d) 为 15 日 20:00, (e) 为 22 日 20:00)







**Figure 4.** Distribution characteristics of 700 hPa water vapor field of five continuous rainstorms in June 2019 (unit:  $\times 10^{-3} \text{g} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ , vector arrow representing wind direction; (a) is 20:00 5<sup>th</sup>, (b) is 20:00 8<sup>th</sup>, (c) is 20:00 11<sup>th</sup>, (d) is 20:00 15<sup>th</sup>, (e) is 20:00 22<sup>th</sup>)

**图 4.** 2019 年 6 月 5 次持续暴雨 700 hPa 水汽场分布特征(单位:  $\times 10^{-3} \text{g} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ , 矢量箭头代表风向; (a) 为 5 日 20:00, (b) 为 8 日 20:00, (c) 为 11 日 20:00, (d) 为 15 日 20:00, (e) 为 22 日 20:00)

综上所述分析可知, 水汽通量大小及位置与贵州西部暴雨落区有较好的对应关系。

#### 4. 洪涝灾害影响评估

贵州西部 6 月 6 日~7 日、9 日~10 日、12 日~14 日、16 日~19 日、23 日~24 日出现了 5 次持续性暴雨致洪灾害天气, 严重影响作物生长发育, 尤其是持续性的高温高湿天气, 导致马铃薯晚疫病发生及流行(见图 5)。6 月的 5 次持续性暴雨天气过程, 基本上表现为一次暴雨天气过程结束后, 间隔 1 d 时间又出现一次暴雨天气过程, 结合图 1 可知, 5 次持续性暴雨累积量在 185~600 mm 之间, 最大降水量累积达 805 mm, 过程多、持续时间长, 说明雨水渗透到土壤里还未来得及自行吸收、排泄, 又有雨水加入, 降水累积量多, 易造成洪涝灾害, 导致水稻、玉米、马铃薯、蔬菜、红心猕猴桃、刺梨、葡萄等作物受灾。



**Figure 5.** Monitoring of potato late blight in Shuicheng Miluo 10 June (a) and Shuicheng Douqing 14 June (b) of 2019 in Western Guizhou

**图 5.** 贵州西部 2019 年 6 月 10 日水城米箩(a) 和 14 日水城陡箐(b) 马铃薯晚疫病监测

据六盘水市植保植检站监测, 2019 年春播马铃薯晚疫病于 5 月中旬始发, 此时段马铃薯陆陆续续开始现蕾, 到 5 月下旬马铃薯开始开花; 6 月 10 日监测到马铃薯晚疫病发生程度达 2 级, 发生面积 2000.0  $\text{hm}^2$ , 占种植总面积的 2.5%; 到 7 月 10 日监测, 马铃薯晚疫病发生程度提高到 3 级, 发生面积达到 31,286.7  $\text{hm}^2$ , 占种植总面积的 39.3% (见表 1)。据六盘水市农业农村局农情调查, 5 次暴雨导致的洪涝灾害造成贵州西部农作物受灾 8566.67  $\text{hm}^2$ , 其中: 水稻 493.33  $\text{hm}^2$ 、玉米 2566.67  $\text{hm}^2$ 、马铃薯 2553.33  $\text{hm}^2$ 、蔬菜 426.67  $\text{hm}^2$ 、杂粮 2493.33  $\text{hm}^2$ ; 成灾 3246.67  $\text{hm}^2$ , 其中: 水稻 186.67  $\text{hm}^2$ 、玉米 1100.0  $\text{hm}^2$ 、马铃薯 853.33  $\text{hm}^2$ 、蔬菜



273.33 hm<sup>2</sup>、杂粮 833.33 hm<sup>2</sup>；绝收 666.67 hm<sup>2</sup>，其中：水稻 13.33 hm<sup>2</sup>、玉米 186.67 hm<sup>2</sup>、马铃薯 86.67 hm<sup>2</sup>、蔬菜 20.0 hm<sup>2</sup>、杂粮 360.0 hm<sup>2</sup>；红心猕猴桃、刺梨、葡萄等果园受灾 7306.67 hm<sup>2</sup>、成灾 4520.0 hm<sup>2</sup>、绝收 600.0 hm<sup>2</sup>；茶园受灾 373.33 hm<sup>2</sup>、成灾 46.67 hm<sup>2</sup>。5 次暴雨导致的洪涝灾害造成贵州西部粮食损失 2.23 万 t，蔬菜损失 0.35 万 t，水果损失 0.31 万 t；农业直接经济损失达 10,718.97 万元。

**Table 1.** Occurrence of late blight of potatoes sown in spring of 2019 in Western Guizhou  
**表 1.** 贵州西部 2019 年春播马铃薯晚疫病发生情况

监测时间(月.日)	程度(级)	发生面积(hm <sup>2</sup> )	发生率(%)	发生一般密度(%)	发生最高密度(%)
6.10	2	2000.0	2.5	5	45
6.20	3	17,653.3	22.2	8	47
6.30	3	27,580.0	34.6	8	47
7.10	3	31,286.7	39.3	21	65

## 5. 小结

综上所述分析，得到以下结论：

1) 贵州西部 2019 年 6 月 5 次持续性暴雨致洪涝灾害天气造成水稻、玉米、马铃薯、蔬菜、杂粮、红心猕猴桃、刺梨、葡萄等作物损失较重，粮食损失 2.23 万 t，蔬菜损失 0.35 万 t，水果损失 0.31 万 t；农业直接经济损失 10,718.97 万元。

2) 2019 年 6 月 5 次持续性暴雨天气，高温高湿导致贵州西部地区处于现蕾开花期的马铃薯晚疫病发生及流行，截止 7 月 10 日，马铃薯晚疫病发生程度达到 3 级，发生面积占种植总面积的 39.3%，发生一般密度达到 21%、最高密度高达 65%。

3) 2019 年 6 月 5 次持续性暴雨天气均为 500 hPa 高原上有低槽存在，副高基本位于广东、广西以南地区，700 hPa 高原有低涡切变存在，700 hPa 云南中部 - 贵州西部水汽充足，其水汽通量均超过  $0.9 \times 10^{-3} \text{g} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ 。高、中、低层的天气系统有效配置以及丰富的水汽供应，是贵州西部持续性暴雨天气发生的主要原因。

## 基金项目

省市科技合作项目(52020-2015-01-02)，中国科协创新驱动助力工程(2017ZLGC004)。

## 参考文献

- [1] 许炳南. 贵州气候灾害的划分标准[J]. 贵州气象, 1999, 23(3): 42-47.
- [2] 吴战平. 贵州省现代高效农业示范园区气候评析[M]. 贵阳: 贵州科技出版社, 2013.
- [3] 池再香, 杜正静, 陈忠明, 等. 2009-2010 年贵州秋、冬、春季干旱气象要素与环流特征分析[J]. 高原气象, 2012, 31(1): 176-184.
- [4] 池再香, 张锦, 古书鸿, 等. 2013 年气候对水城红阳猕猴桃物候期的影响[J]. 气候变化研究快报, 2015, 4(2): 80-89.
- [5] 池再香, 张锦, 李贵琼, 等. 贵州红心猕猴桃膨大期对气温与降水变化的响应[J]. 气象科技, 2016, 44(4): 671-676.
- [6] 肖艳林, 池再香, 严锐, 等. 准静止锋背景下的贵州两次暴雨天气过程对比分析[J]. 中低纬山地气象, 2019, 43(1): 1-8.
- [7] 李贵琼, 赵昆, 池再香. 2019 年春季六盘水极端气候对农业生产的影响分析[J]. 现代农业科技, 2016(13): 241-242, 245.