

文章编号:2096 - 5389(2020)06 - 0066 - 05

安顺市大暴雨的时空分布特征与物理量分析

曾妮¹, 方鹏², 李启芬¹, 邓安¹, 胡秋红¹

(1. 贵州省安顺市气象局, 贵州 安顺 561000; 2. 贵州省普定县气象局, 贵州 普定 562100)

摘要:利用 2009—2019 年安顺市 6 个国家站和 77 个区域站的逐日和逐小时降水资料、Micaps 资料, 对安顺市大暴雨的时空分布特征及物理量进行分析, 结果表明: 安顺市年平均大暴雨日数为 10.1 d, 年平均影响范围为 54.1 站次, 5—9 月是大暴雨出现的集中期, 6 月大暴雨出现频次最高, 影响范围最广, 大暴雨的主要发生时段和最强影响时段出现在夜间到早晨; 区域性大暴雨比局地性大暴雨出现时间晚, 结束时间早, 6 月是区域性大暴雨和局地性大暴雨出现最多的月份, 5—7 月局地性大暴雨出现的频率最高; 安顺主要出现单日大暴雨, 持续 2 d 以上的大暴雨只出现过 16 次; 大暴雨总日数的空间分布有两个高频区和两个低频区, 总量的空间分布与总日数基本一致, 强度的空间分布呈南强北弱, 总站次的空间分布呈南多北少; 在 5 月预报大暴雨天气时要更注重分析 T_{85} 和 T_{75} , 6—7 月产生大暴雨时对能量和中低层的水汽含量的要求高于其它月份。

关键词:大暴雨; 时空分布; 安顺

中图分类号:P426.62 **文献标识码:**B

Spatial and Temporal Distribution Characteristics and Physical Quantity Analysis of Heavy Rainstorm in Anshun

ZENG Ni¹, FANG Peng², LI Qifeng¹, DENG An¹, HU QiuHong¹

(1. Anshun Meteorological Bureau of Guizhou Province, Anshun, 561000, China;

2. Puding Meteorological Bureau of Guizhou Province, Puding 562100, China)

Abstract: Using the daily and hourly precipitation data and Micaps data of 6 national stations and 77 regional stations in Anshun city from 2009 to 2019, the spatial and temporal distribution characteristics and physical quantities of heavy rainstorms in Anshun were analyzed. The results show that the annual average number of days of heavy rainstorms in anshun was 10.1 d, and the annual average impact range was 54.1 stations. From May to September, heavy rainstorms occur in a concentrated period. In June, heavy rainstorms occur with the highest frequency and the widest impact range. The main period of heavy rainstorms and the period of the strongest impact occurred in the night to morning; Regional heavy rainstorms appear later and end earlier than local heavy rainstorms. June is the month with the most regional heavy rainstorms and local heavy rainstorms, and the frequency of local heavy rainstorms is the highest from May to July. In Anshun, there were mainly one - day heavy rainstorms, and only 16 heavy rainstorms lasting more than 2 d occurred. The spatial distribution of the total number of heavy rainstorm days has two high - frequency regions and two low - frequency regions, and the spatial distribution of the total rainfall is basically consistent with the total number of heavy rainstorm days. Not only the spatial distribution of rainfall intensity is strong in the south and weak in the north, but also the spatial distribution of the number of heavy rainstorm stations is more in the south and less in the north. In particular, more attention should be paid to the analysis of T_{85} and T_{75} when severe rainstorms are forecast in May. In addition, the requirements for energy and moisture content in the middle and lower layers are higher than those in other months when heavy rainstorms occur in June and July.

收稿日期:2020 - 01 - 16

第一作者简介:曾妮(1991—),女,助工,主要从事短期和中期天气预报工作,E-mail:563975946@qq.com。

资助项目:安顺市气象局科研业务项目(2019 - 01):安顺市大暴雨的时空分布特征及物理量分析。

Key words: heavy rainstorm; spatial and temporal distribution; Anshun

0 引言

安顺位于贵州的中西部,是典型的喀斯特地貌集中地区,其地形北高南低,多山地、丘陵、河谷,地形的复杂性给暴雨落区的预报增加了难度,而暴雨是安顺主要的灾害性天气之一,强的暴雨天气往往容易造成城市内涝、山体滑坡、农作物受灾等,给人们的生命财产、公共设施等带来严重损害,相比之下大暴雨的强度更大,局地性更强,带来的灾害和预报难度也更大,因此有大量的气象工作者对暴雨和大暴雨天气的环境特征、影响系统、时空分布特征等进行分析和研究^[1-7];王腾^[8]等对昌都市1980—2015年的暴雨气候特征进行分析发现,夏季暴雨逐时分布不均,多发生在晚间;陈丹^[9]等对四川盆地夏季暴雨变化特征进行分析发现,西太平洋暖池偏强(弱),ENSO冷(暖)事件时,四川盆地西部暴雨偏多(少);姚正兰^[10]等对遵义市的暴雨气候特征分析发现,遵义市暴雨发生有一定的阶段性和区域性;卢璐^[11]等对贵州夏季大暴雨天气的时空分布特征分析发现,大暴雨的地域分布受地形的影响显著,总体分布不均。

目前对安顺市暴雨各方面的研究较多^[12-15],而对大暴雨的研究主要集中在个例分析上,还缺乏对大暴雨的气候特征、时空分布等的研究,本文对安顺市大暴雨的时空分布特征及物理量进行诊断分析,以期为安顺市中短期大暴雨的预报提供一定的参考依据。

1 资料与方法

选取2009—2019年安顺市6个国家站和77个

区域站(为保证数据的一致性,去掉2009年以后新增的区域站)的逐日(20—20时,北京时间)和逐小时降水资料、Micaps资料。参照杨青等^[1,10,16]的研究结果,定义83个测站中有1个及以上站点24 h(20—20时,北京时间)降水量 ≥ 100 mm记为1个大暴雨日,在大暴雨日中有3个及以上站点出现大暴雨且相邻,定义为区域性大暴雨,否则为局地性大暴雨。

2 大暴雨时间分布特征

2009—2019年安顺市大暴雨总日数为111 d,影响范围为595站次,年平均大暴雨日数为10.1 d,年平均影响范围为54.1站次,大暴雨最多年份为2019年18 d共172站次(图1a),最少的年份为2009年6 d共16站次,年大暴雨日数大多在8~12 d之间,2019年的大暴雨日数和影响站次远超其余年份,是次多年份2012年12 d(44站次)的1.5(3.9)倍,表明在近11 a中2019年属于大暴雨偏多年,与2010年相比2011年大暴雨的日数减少,但影响站次不变,表明2011年的大暴雨影响范围更广或站点上出现大暴雨的频次增加,相反与2015年相比2016年的大暴雨影响范围小或大暴雨出现在站点上的频次减少;年平均大暴雨强度和年降水极值的变化趋势基本一致(图1b),总体呈波动上升趋势,3个峰值分别出现在2011、2014和2019年,其中2019年的年平均大暴雨强度和年降水极值分别达57 mm/h和369 mm为近11 a最大。

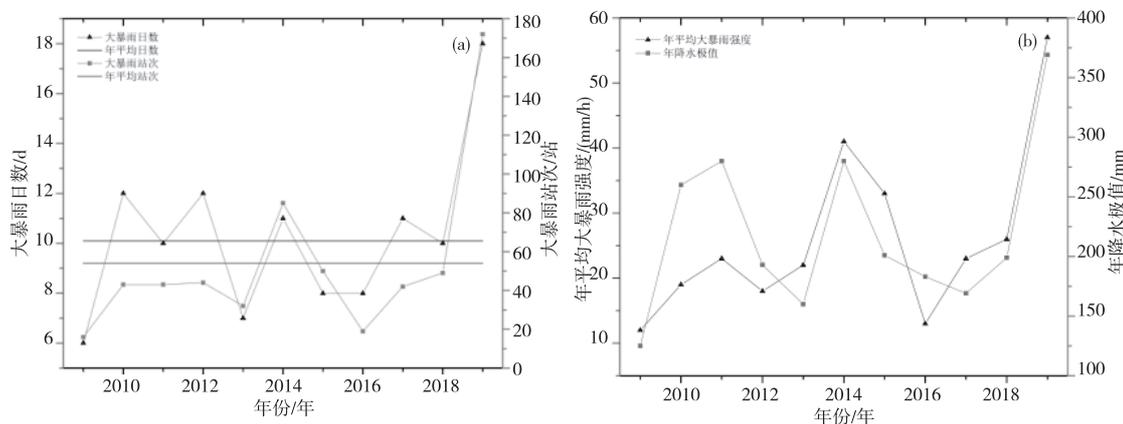


图1 2009—2019年安顺市大暴雨日数和站次(a)、年平均大暴雨强度和年降水极值(b)的年变化

Fig. 1 The annual change of days, stations, annual mean rainfall intensity and annual precipitation extremum of heavy rainstorm in Anshun from 2009 to 2019(a - b)

安顺市大暴雨日数和站次的月变化呈单峰型(图2a),大暴雨最早出现于4月(2011年和2019年),最晚结束于12月(2010年),5—9月是大暴雨出现的集中期,占大暴雨总日数(总站次)的95%(98%),其中6月是大暴雨出现频次最高和影响范围最广的月份,近11 a来6月共出现40个大暴雨日,影响范围达261站次;各月大暴雨站次的年变化较大(图2b),5月、7月和9月均有3 a发生大暴雨的站次超过10站次,8月有4 a超过10站次,而6月有8 a超过10站次,影响范围最广的是2019年的6月87站次,其次是2019年的9月59站次,从2016年以后6月出现大暴雨的站次多于其他月份,且呈逐年增加的趋势。

从大暴雨的小时变化曲线(图2c)看出,大暴雨的各时次总降水量和各时次降水时数的变化趋势基本一致,20时之前各时次总降水量和各时次降水时数均较小,20—01时迅速增大,01—06时为大值区,06时开始逐渐减小,说明在01—06时之间发生降水的概率最大,总降水量在01时达到最大1435.8 mm,降水时数在06时达到最大90 h,说明在01时雨强大或影响范围广,06时是降水的高发时次;降水强度呈双峰型,最大值出现在21时为25.8 mm/h,其次是01时为20.5 mm/h,以上分析表明大暴雨的主要发生时段和最强影响时段出现在夜间到早晨,其中22—06时最强,21时和01时是大暴雨天气过程中最易产生强降水的两个时次。

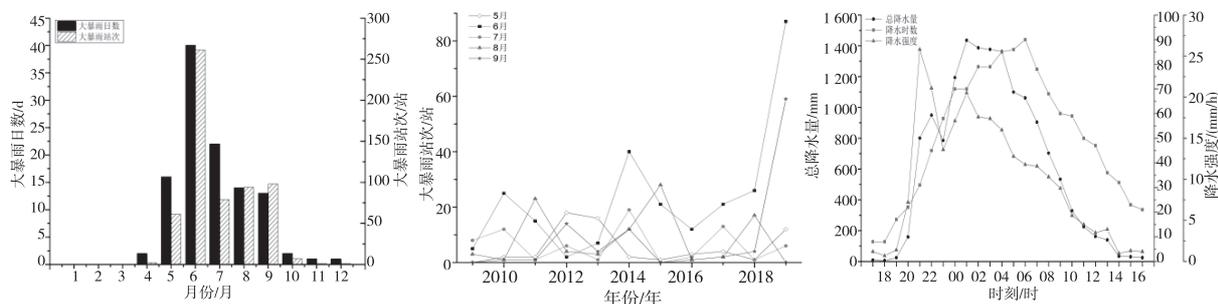


图2 2009—2019年安顺市大暴雨日数和站次的月变化(a)、各月大暴雨站次的年变化(b)、大暴雨小时变化曲线(c)
Fig. 2 The monthly change curve of heavy rainstorm days and stations in Anshun from 2009 to 2019(a) The annual change curve of heavy rainstorm stations in each month in Anshun from 2009 to 2019(b) The variation curve of hourly rainfall during the period of heavy rainfall in Anshun from 2009 to 2019(c)

对2009—2019年安顺市的大暴雨天气进行分析发现,近11 a安顺市区域性大暴雨有46 d,局地性大暴雨有65 d,局地性大暴雨是区域性大暴雨的1.4倍,由表1看出,区域性大暴雨比局地性大暴雨出现时间晚,结束时间早,6月是区域性大暴雨和局地性大暴雨出现最多的月份,并且两种大暴雨出现频率相当,5—7月局地性大暴雨出现的频率最高,占总局地性大暴雨日数的72.3%;从表2看出,除2013年、2014年和2019年外,其余年份的局地

性大暴雨日数多于区域性大暴雨日数,但从2013年开始区域性大暴雨与局地性大暴雨的日数差逐渐减小,表明近几年大暴雨的影响范围有所扩大;对大暴雨天气的持续性进行分析发现,安顺主要出现单日大暴雨,近11 a持续2 d的大暴雨只出现过15次,其中有7次出现在6月,仅有一次持续3 d(2019年7月17—19日),没有持续4 d及以上的大暴雨天气(图略)。

表1 2009—2019年安顺市区域性和局地性大暴雨日数的月际分布

Tab. 1 The monthly distribution of the number of days of regional and local heavy rainstorm in Anshun from 2009 to 2019

月份	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
区域性大暴雨日数/d	0	5	20	6	8	5	2	0	0
局地性大暴雨日数/d	2	11	20	16	6	8	0	1	1

表2 2009—2019年安顺市区域性和局地性大暴雨日数的年际分布

Tab. 2 The interannual distribution of the number of regional and local heavy rainstorm days in Anshun from 2009 to 2019

年份	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
区域性大暴雨日数/d	3	4	2	2	4	7	4	2	4	4	10
局地性大暴雨日数/d	3	8	8	10	3	4	4	6	5	6	8

3 大暴雨空间分布特征

安顺市大暴雨总日数有两个高频区(≥ 15 d)和两个低频区(≤ 2 d),高频区位于关岭县西部和紫云县南部的迎风坡附近,低频区位于镇宁县南部的河谷低洼地带和西秀区中西部的高海拔区域,且大暴雨总日数 ≥ 8 d的区域也基本上位于迎风坡附近,大暴雨总日数 ≤ 4 d的区域主要位于河谷低洼地带、背风坡和海拔相对较高的区域(图3a、图3d),表明大暴雨的落区与地形密切相关,在迎风坡为上升运动,强迫暖湿气流抬升,对暴雨的增幅有较大影响;大暴雨总量的空间分布(图3b)与大暴雨总日

数的空间分布基本一致;大暴雨强度的空间分布(图3c)与日数分布略有差别,总体呈南强北弱,大于 $150 \text{ mm} \cdot \text{d}^{-1}$ 的强中心分别位于关岭县北部和南部、紫云县中部,以及西秀区、镇宁县和紫云县的交界处,小于 $110 \text{ mm} \cdot \text{d}^{-1}$ 的弱中心位于西秀区中部和紫云县东南部;近11 a安顺市大暴雨的总站次和总日数的空间分布基本一致,呈南多北少的空间分布,南部3个县区的大暴雨站次均多于100站次,其中关岭县最多达133站次,而北部3个县区的大暴雨站次均少于85站次,其中西秀区最少为66站次(图略)。

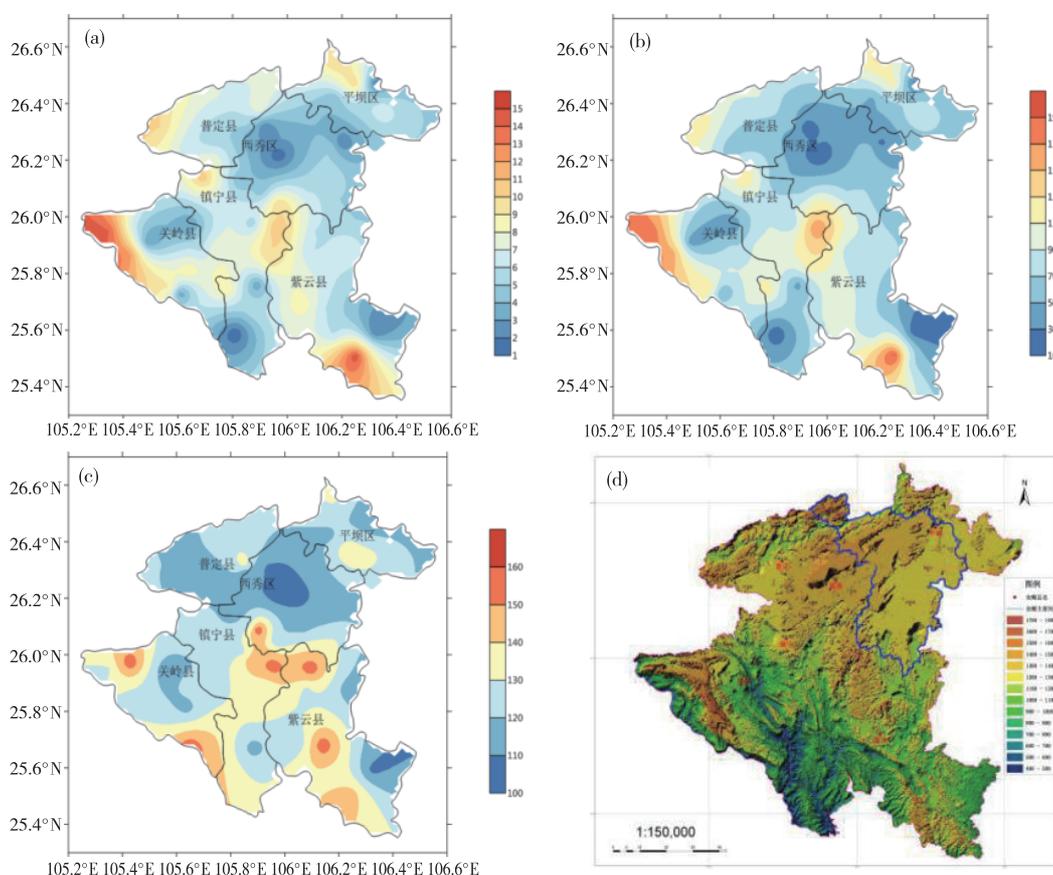


图3 2009—2019年安顺市大暴雨总日数(a)、总降水量(b)、强度(c)的空间分布;安顺市地形(d)

Fig. 3 The spatial distribution of days, rainfall and rainfall intensity of heavy rainstorm in Anshun from 2009 to 2019, Terrain of Anshun (d)

4 大暴雨的物理量特征分析

由于安顺市的大暴雨主要出现在5—9月,因此对2009—2019年5—9月出现的105次大暴雨过程的物理量进行统计分析,除去数据缺失的个例,对剩余的97个大暴雨天气期间08时和20时的各物理量进行统计分析。结果显示:08时对流有效位能 $\text{CAPE} \geq 400 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$ 的次数为35次(36%),其中 $\geq 1000 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$ 的次数为14次(14%),20时 $\text{CAPE} \geq 400 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$ 的次数为79次(81%),其中 $\geq 1000 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$

kg^{-1} 的次数为44次(45%),杨忠明等^[17]的研究指出安顺市70%以上的暴雨 CAPE 值在 $400 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$ 以上,加之08时的气温往往是一天中的较低时次,不利于能量的积累,因此08时的对流有效位能对安顺市大暴雨天气没有很好的指示作用。

分别对大暴雨期间20时的各物理量求平均值,由表3看出:大暴雨期间 CAPE 平均值在 $960 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$ 以上,除5月和8月以外,其余月份的 CAPE 平均值在 $1000 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$,其中6月的 CAPE 平均值最大为 $1371.3 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$;K指数的平均值除5月为

37.8℃以外,其余月份均在40℃以上;SI指数的平均值在各月均小于0,其中在6月最低为-2.0℃;850 hPa 假相当位温($\theta_{se_{850}}$)的平均值除5月为74.2℃外,其余月份均大于80℃,其中6月和7月在85℃以上;850 hPa和700 hPa比湿(q_{850} 和 q_{700})的平均值分别大于 $12.8\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 和 $10.5\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$,且也是5月最低,6月和7月最高;5月的CAPE、K

指数、SI指数、 $\theta_{se_{850}}$ 、 q_{850} 和 q_{700} 均比其它月份小,但 T_{85} (850 hPa和500 hPa温度差)和 T_{75} (700 hPa和500 hPa温度差)大于其它月份。由以上分析得出:5月产生大暴雨时大气上冷下暖的不稳定层结更明显,因此在5月预报大暴雨天气时要更注重分析 T_{85} 和 T_{75} ;6—7月产生大暴雨时对能量和中低层的水汽含量的要求高于其它月份。

表3 2009—2019年5—9月安顺市大暴雨天气期间20时的各物理量平均值

Tab. 3 The mean value of each physical quantity at 20pm during the period of heavy rainstorm in Anshun from May to September, 2009 to 2019

月份	CAPE/ $\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}$	K/℃	SI/℃	$\theta_{se_{850}}$ /℃	$q_{850}/(\text{g}\cdot\text{kg}^{-1})$	$q_{700}/(\text{g}\cdot\text{kg}^{-1})$	T_{85} /℃	T_{75} /℃
5	991.6	37.8	-1.5	74.2	12.8	10.5	26.2	15.9
6	1 371.3	41.6	-2.0	85.1	16.1	11.7	24.5	14.6
7	1 067.8	41.6	-1.6	85.5	16.1	11.8	23.8	14.1
8	960.7	40.5	-0.8	81.5	14.7	11.2	25.2	14.1
9	1 017.1	40.1	-0.9	80.5	14.2	11.2	24.6	13.8

5 结论

①2009—2019年安顺市大暴雨日数为111 d,影响范围为595站次,年平均大暴雨日数为10.1 d,年平均影响范围为54.1站次;大暴雨最早出现于4月,最晚结束于12月,5—9月是大暴雨出现的集中期,其中6月是大暴雨出现频次最高和影响范围最广的月份;大暴雨的主要发生时段和最强影响时段出现在夜间到早晨,其中22—06时最强,21时和01时是大暴雨天气过程中最易产生强降水的2个时次。

②近11a安顺市区域性大暴雨有46 d,局地性大暴雨有65 d,区域性大暴雨比局地性大暴雨出现时间晚,结束时间早,6月是区域性大暴雨和局地性大暴雨出现最多的月份,5—7月局地性大暴雨出现的频率最高;安顺主要出现单日大暴雨,近11a持续2 d的大暴雨只出现过15次,仅有一次持续3 d,没有持续4 d及以上的大暴雨天气。

③安顺市大暴雨总日数有两个高频区(≥ 15 d)和两个低频区(≤ 2 d),高频区位于关岭县西部和紫云县南部的迎风坡附近,低频区位于镇宁县南部的河谷低洼地带和西秀区中西部的高海拔区域,大暴雨总量的空间分布与大暴雨总日数的空间分布基本一致;大暴雨强度的空间分布呈南强北弱,总站次的空间分布呈南多北少。

④5月产生大暴雨时大气上冷下暖的不稳定层结更明显,因此在5月预报大暴雨天气时要更注重分析 T_{85} 和 T_{75} ;6—7月产生大暴雨时对能量和中低层的水汽含量的要求高于其它月份。

参考文献

- [1] 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(5):1 425-1 431.
- [2] 程晓龙,李跃清. 一次两涡作用下的贵州大暴雨过程分析[J]. 高原气象,2014(6):1 490-1 500.
- [3] 喻谦花,郑士林,吴秦,等. 局部大暴雨形成的机理与中尺度分析[J]. 气象,2016(6):686-695.
- [4] 赵思雄,孙建华,鲁蓉,等. “7·20”华北和北京大暴雨过程的分析[J]. 气象,2018(3):351-360.
- [5] 苗爱梅,郝振荣,贾利冬,等. “0702”山西大暴雨过程的多尺度特征[J]. 高原气象,2014(3):786-800.
- [6] 梁生俊,马晓华. 西北地区东部两次典型大暴雨个例对比分析[J]. 气象,2012(7):804-813.
- [7] 周福,钱燕珍,方艳莹,等. “灿鸿”台风造成浙江东北部大暴雨成因分析[J]. 气象,2016(3):305-313.
- [8] 王腾,孙晓光,李白萍. 昌都市近36 a暴雨气候特征分析[J]. 暴雨灾害,2017(1):75-80.
- [9] 陈丹,周长艳,熊光明,等. 近53 a四川盆地夏季暴雨变化特征分析[J]. 高原气象,2018(1):197-206.
- [10] 姚正兰,谢和林,宋芳. 遵义市暴雨气候特征分析[J]. 贵州气象,2017(2):14-19.
- [11] 卢璐,杨静. 贵州夏季大暴雨天气的时空分布特征分析[J]. 贵州气象,2009(3):9-12.
- [12] 蒙军,徐良军,彭波,等. 2012—2015年安顺市短时暴雨时空分布[J]. 中低纬山地气象,2019(3):46-50.
- [13] 王兴菊,罗喜平,吴哲红,等. 安顺两次特大暴雨过程的TBB和螺旋度对比分析[J]. 贵州气象,2013(6):1-7.
- [14] 虞苏青,白慧,褚丽君,等. 安顺区域夜间暴雨时空分布及其影响因素[J]. 成都信息工程学院学报,2011(4):433-440.
- [15] 白慧,吴龙. 安顺地区暴雨日数年际变化的气候特征[J]. 贵州气象,2011(2):8-12.
- [16] 杨青,韩秀君,高松影,等. 1960—2011年辽宁省大暴雨时空分布特征[J]. 气象与环境学报,2015(1):34-42.
- [17] 杨忠明,冯新建,彭波,等. 安顺市两类暴雨模型的建立及应用研究[J]. 贵州气象,2016(2):40-44.