

文章编号: 2096 - 5389(2020)05 - 0067 - 05

近 56 a 贵阳市暴雨气候特征分析

王君军¹, 周 林¹, 陈海凤¹, 夏 阳²

(1. 贵州省贵阳市气象局, 贵州 贵阳 550001; 2. 贵州省六盘水市气象局, 贵州 六盘水 553001)

摘 要: 利用贵阳市国家地面气象观测站 1963—2018 年逐日降水资料, 分析近 56 a 贵阳市暴雨气候特征。结果表明: 贵阳市暴雨以一般性暴雨最为频繁(占 86.7%), 区域暴雨与局地暴雨发生频次相当; 该市暴雨开始于 3 月, 结束于 11 月, 集中于 6 月中旬—7 月中旬; 暴雨贡献率及暴雨日数整体呈现出增多趋势, 年降水量中暴雨平均贡献率为 17.7%; 年暴雨日数与年降水量的年际变化趋势较为密切, 即暴雨日数较多年, 年降水量较多, 暴雨日数较少年, 年降水量较少; 近 56 a 贵阳暴雨日数序列存在准 2~4 a 的振荡周期; 暴雨频次时间序列在世纪 60 年代初到 80 年代中后期、21 世纪 00 年代初到 10 年代初为较少期, 20 世纪 80 年代末期到 90 年代初、21 世纪 10 年代中期至今为较多期。

关键词: 暴雨; 年代际变化; 贡献率

中图分类号: P426.62 **文献标识码:** B

Characteristics of Rainstorm in Guiyang in the Recent 56 years

WANG Junjun¹, ZHOU Lin¹, CHEN Haifeng¹, XIA Yang²

(1. Guiyang Meteorological Bureau of Guizhou Province, Guiyang 550001, China;
2. Liupanshui Meteorological Bureau, Liupanshui 553001, China)

Abstract: The climatic characteristics of rainstorm in Guiyang during the past 56 years are analyzed by using the daily precipitation data from 1963 to 2018 of Guiyang National Surface Meteorological Observation Station. The results show: frequent rainstorm (86.7%) is generally the most rainstorm of Guiyang, and the frequencies of regional rainstorms are equivalent to the local rainstorms; Rainstorm in the Guiyang began in March and ended in November, mainly concentrating from mid - June to mid - July; Generally the rainstorm contribution rate and the amount of rainstorm days show an increasing trend. The average contribution rate of rainstorm is 17.7% in the annual precipitation. The number of rainstorm days and the inter - annual variation trend of precipitation is relatively close, that is, the annual precipitation is also higher if the rainstorm days is higher in this year, and vice versa. There is a 2~4 year oscillation in the time series of rainstorm days of Guiyang in recent 56a. The rainstorm frequency is relatively small from the early 1960s to the middle and late 1980s, from the early 2000s to the early 2010s of this century, on the contrary, rainstorm frequency is relatively large from the late 1980s to the early 1990s and from the mid - 10s of this century to the present.

Key words: rainstorm; decadal change; contribution rate

0 引言

暴雨降水集中、强度大、持续时间长, 往往会引发山洪、泥石流、滑坡等灾害, 因此, 暴雨一直是气

象工作者的重要研究之一^[1-6]。贵州地处我国西南部, 暴雨带来的山洪和泥石流等次生地质灾害给当地人民群众的生命财产造成极大的损坏和威胁, 不少学者对贵州的暴雨无论是气候特征还是暴雨的

收稿日期: 2020 - 01 - 13

第一作者简介: 王君军(1982—), 女, 工程师, 主要从事天气预报及气象服务工作, E-mail: daqijunjun@foxmail.com。

资助项目: 贵阳市气象局气象科研项目[筑气科合 KF(2017)07 号]; 贵阳市暴雨气候特征分析; 贵阳市气象局气象科研项目[筑气科合 KF(2017)05 号]; 贵阳短时强降水天气雷达特征及临近预警。

天气、动力学成因都进行了不少研究^[7-12]；如严小冬等^[7]指出贵州年降水量的地区分布趋势是南部多于北部，东部多于西部；陈静等^[8]指出贵州暴雨量整体呈增长趋势，21世纪开始至今表现为较明显的减少趋势，但暴雨降水量比例呈上升趋势；张艳梅等^[9]指出贵州夏季暴雨日数和暴雨量均存在15 a和准10 a周期振荡；王芬等^[10]指出贵州暴雨日数呈现一定的增加趋势；白慧等^[11]指出贵州暴雨日数的空间分布存在3个暴雨多发区和2条暴雨少发带，范围最广、强度最大的暴雨多发区位于贵州的西南部，大值中心在六枝、晴隆和镇宁附近；卢瑞荆^[12]指出贵州发生特大暴雨主要集中在5月下旬—9月中旬，造成贵州暴雨的天气影响系统主要有冷锋低槽、南支低槽、低涡切变、台风等，另外大尺度地形（青藏高原）有利于贵州暴雨的形成，局部地形辐合线而诱生的中尺度系统、喇叭口地形的辐合抬升作用对贵州暴雨的影响明显。

贵阳市位于贵州省自西向东山脉的北侧，自南向北河谷低洼地带的中部，四面环山，特殊的地形地貌导致暴雨预报难度大，目前针对贵阳暴雨的研究较少，因此分析本地暴雨气候特征具有现实意义，可为该地暴雨天气、气候诊断提供依据，为当地各级政府部门开展气象防灾减灾提供决策参考。

1 资料与方法

利用1963—2018年贵阳市7个国家地面观测站逐日降水资料统计该市暴雨（因贵阳市白云区建站于1982年，与其他台站间隔时间长，故不参加本文讨论）。按贵州业务服务定义：一般性暴雨（日降水量为50.0~99.9 mm）；大暴雨（日降水量为100.0~199.9 mm）；特大暴雨（日降水量为200.0 mm以上）。按照贵阳市暴雨影响范围，本文将暴雨分为局地暴雨和区域暴雨：一天出现2个及以上暴雨站定义为区域暴雨，否则定义为局地暴雨。

2 贵阳市暴雨概况

统计1963—2018年近56 a贵阳市暴雨结果表明（表1），该市共出现暴雨550 d，年平均暴雨日数为9.8 d，其中以一般性暴雨最频繁，占暴雨总频数的86.7%，大暴雨及以上暴雨占13.3%，贵阳市发生特大暴雨的概率小，56 a中仅出现3 d。局地暴雨与区域暴雨发生频次相当，平均每年发生局地暴雨5.1 d，区域暴雨4.7 d。最明显的一次区域暴雨发生在2014年7月14日，该过程是受中低层低涡切变、低空急流及等地面静止锋（梅雨锋）的共同影

响，当日共出现5个站大暴雨，2个站特大暴雨。贵阳区域连续性暴雨过程发生频次较少，仅出现11次，时间最长为3 d（2017年6月22—24日），该过程是受中低层低涡切变、低空急流及地面辐合线的共同影响，其中息烽、开阳、清镇出现大暴雨。

表1 1963—2018年贵阳市暴雨强度及范围特征

Tab.1 Characteristics of the intensity and range of rainstorm in Guiyang from 1963 to 2018

	暴雨强度		暴雨范围	
	一般性暴雨	大暴雨及以上	局地暴雨	区域暴雨
暴雨日数/d	477	73	285	265
百分率/%	86.7	13.3	51.8	48.2
年平均暴雨日数/d	8.5	1.3	5.1	4.7

3 贵阳市暴雨特征

3.1 暴雨年代际变化特征

由图1可见：20世纪60年代初至80年代中后期，21世纪00年代初至10年代初暴雨次数等值线较为稀疏，为暴雨的较少期。20世纪80年代末期至90年代，21世纪10年代中期至今，暴雨次数等值线较为密集，为暴雨的多发期。从一年中暴雨集中期变化可见，20世纪60—80年代，暴雨集中期出现在6月；20世纪90年代至本世纪10年代初暴雨集中期推至7月，其中以1991年7月最多，为27站次；21世纪10年代中期至今，暴雨集中期又移至6月。

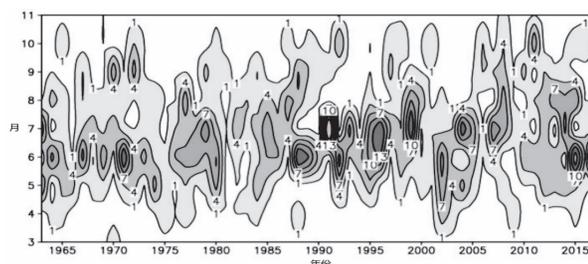


图1 1963—2018年贵阳市逐月暴雨频次的年际变化（单位：次）

Fig.1 Interannual Variations of Monthly Rainstorms in Guiyang from 1963 to 2018, unit: frequency

近56 a来贵阳市年暴雨日数整体呈增多趋势，气候倾向率为0.13 d/10 a，未通过0.05的显著性检验，年暴雨日数最多出现在2015年（19 d），最少出现在1966年（2 d）；近56 a来贵阳市年平均降水量为1 147.8 mm，整体呈现减少趋势，气候倾向率为-11.3 d/10 a，未通过0.05的显著性检验，年降水量最多出现在1977年（1 491.6 mm），最少出现在2011年（794.1 mm），可见年暴雨日数极值出现

的时间与年降水量并不一致,但从图 2 可见,年暴雨日数与年降水量的年际变化趋势存在一定相似性,相关系数为 0.776,说明两者之间相关关系较为密切,即暴雨日数较多年,降水量较多,暴雨日数较少年,降水量较少。从年代分析可知,年暴雨日数与年降水量趋势基本一致,即 20 世纪 60 年代初—70 年代、80 年代、90 年代、21 世纪 00 年代及 10 年代至今前后经历了升—降—升—降—升的变化趋势。

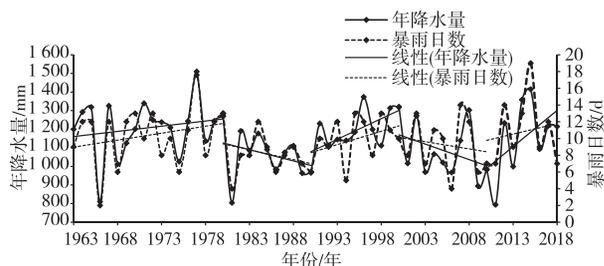


图 2 1963—2018 年贵阳市暴雨日数与年降水量变化趋势图

Fig. 2 The trend of the number of rainstorm days and the annual precipitation in Guiyang from 1963 to 2018

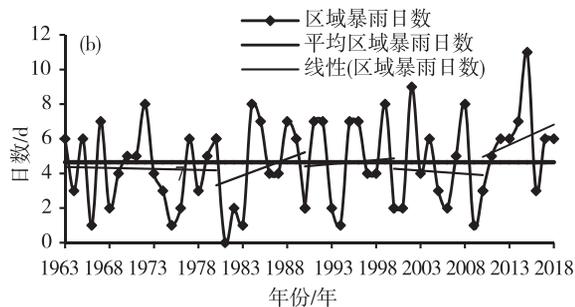
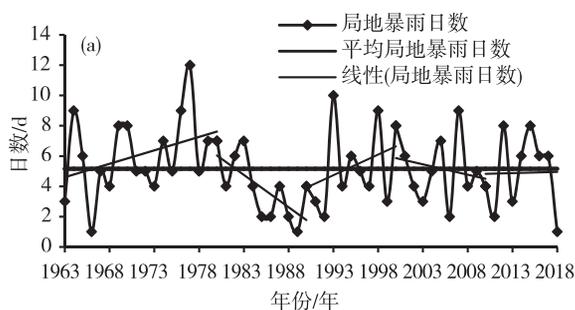


图 3 1963—2018 年贵阳市局地暴雨日数(a)与区域暴雨日数(b)变化趋势图

Fig. 3 The trend of the local rainstorm and regional rainstorm days in Guiyang from 1963 to 2018

3.2 暴雨贡献率

贵阳市平均年暴雨量为 207.7 mm,年降水量中暴雨平均贡献率为 17.7%,最大出现在 1995 年,为 31.5%;最小出现在 1981 年,仅为 4.8%,两者相差近 7 倍,可见贵阳市年降水量中暴雨贡献率年际差异大。由图 4 可见,贵阳市年降水量中暴雨贡献率整体呈增多趋势,气候倾向率为 1.5%/10 a,通过 0.05 的显著性检验。从年代分析可知(图 4),20 世纪 60 年代初—70 年代、80 年代、90 年代、21 世纪 00 年代及 10 年代至今,暴雨贡献率前后经历了平—升—升—略降—升的变化趋势,其贡献率分别为 15.1%、17.3%、20.6%、17.1%、20.9%。

3.3 暴雨日数周期分析

图 5 给出了近 56 a 贵阳市暴雨日数的 Morlet 小波分析,由图可见,贵阳暴雨日数在 20 世纪 60 年

近 56 a 来贵阳市局地暴雨整体呈现减少趋势,气候倾向率为 $-0.16 \text{ d}/10 \text{ a}$,未通过 0.05 的显著性检验,区域暴雨呈增多趋势,气候倾向率为 $0.29 \text{ d}/10 \text{ a}$,未通过 0.05 的显著性检验。从年代分析可知(图 3),20 世纪 60 年代初—70 年代、80 年代、90 年代、21 世纪 00 年代及 10 年代至今,局地暴雨前后经历了升—降—升—降—平的变化趋势,特别在 20 世纪 80 年代局地暴雨呈明显减少,其中 1989 年仅为 1 d;而区域暴雨前后经历了平—升—平—略降—升的变化趋势,特别在 21 世纪 10 年代以后贵阳市出现区域暴雨的概率明显增大,其中 2015 年达 11 d。

另外 20 世纪 60—70 年代,局地暴雨发生频次高于区域暴雨,局地暴雨平均 $6 \text{ d} \cdot \text{a}^{-1}$,区域暴雨平均 $4 \text{ d} \cdot \text{a}^{-1}$;20 世纪 80 年代—21 世纪 00 年代,区域暴雨和局地暴雨发生频次相当(80 年代平均 $4 \text{ d} \cdot \text{a}^{-1}$ 、90 和 00 年代平均 $5 \text{ d} \cdot \text{a}^{-1}$),21 世纪 10 年代以后区域暴雨高于局地暴雨,局地暴雨平均 $5 \text{ d} \cdot \text{a}^{-1}$,区域暴雨平均 $6 \text{ d} \cdot \text{a}^{-1}$ 。

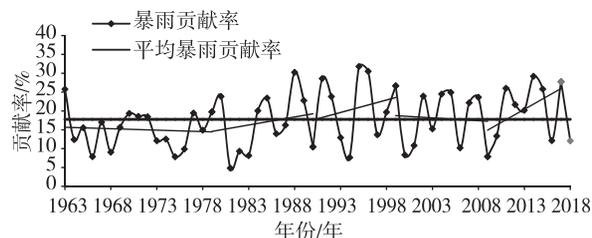


图 4 1963—2018 年贵阳市暴雨贡献率变化趋势图

Fig. 4 The trend of its contribution rate in Guiyang from 1963 to 2018

代存在 2~3 a 的显著周期,70 年代存在 3~4 a 的显著周期,之后活动周期有所减弱,基本上以 3~4 a 为主,此外在 60—70 年代还表现出一定的准 12 a 的活动周期。

3.4 暴雨月(旬)变化特征

贵阳市暴雨始于春季,结束于秋季,主要出现

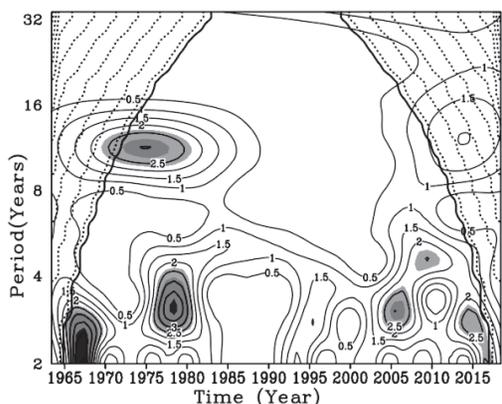


图5 1963—2018年贵阳市暴雨日数的Morlet小波分析
Fig. 5 Morlet wavelet analysis of rainstorm days in Guiyang from 1963 to 2018

在夏季,冬季(12月一次年2月)无暴雨记录。暴雨最早出现在3月上旬,2016年3月5日修文站(降水量为53.1 mm);最晚出现在11月上旬,2008年11月6日清镇站(降水量为71.7 mm)。由图6a可见,暴雨开始及结束时间年际差异较大,暴雨主要开始于4月中旬—5月下旬(71.4%),集中出现在4月下旬—5月上旬(35.7%);暴雨主要结束于9月

中旬—10月中旬(53.6%),其中10月上旬最频繁(17.9%),9月中旬次之(14.3%)。

由图6b可见:贵阳市暴雨主要出现在5—8月,占全年总频次的81.8%。按旬统计,暴雨集中在6月中旬—7月中旬,占全年总频次的41.2%。其中以6月下旬最高(12.0%),6月中旬和7月上旬次之(10.1%)。贵阳市上半年暴雨呈现出递增形势,下半年暴雨呈现出波动性递减,其中8月下旬及10月上旬存在两个暴雨频次小峰值。大暴雨以上降水主要出现在6月上旬—7月中旬,集中在7月上旬至中旬,其中7月上旬最高。

从贵阳市不同范围暴雨月分布可见(表2),局地暴雨和区域暴雨主要出现在5—9月,其中6月最高(局地暴雨累计日数74 d、区域暴雨累计日数80 d),7月次之(局地暴雨累计日数63 d、区域暴雨累计日数64 d)。3—5月以及11月以局地暴雨为主,均占月总日数的6成以上,其中11月均为局地暴雨。6月开始暴雨范围扩大,6—9月区域暴雨与局地暴雨相当,区域暴雨略高于局地暴雨,10月以区域暴雨为主,占月总日数的63.0%。

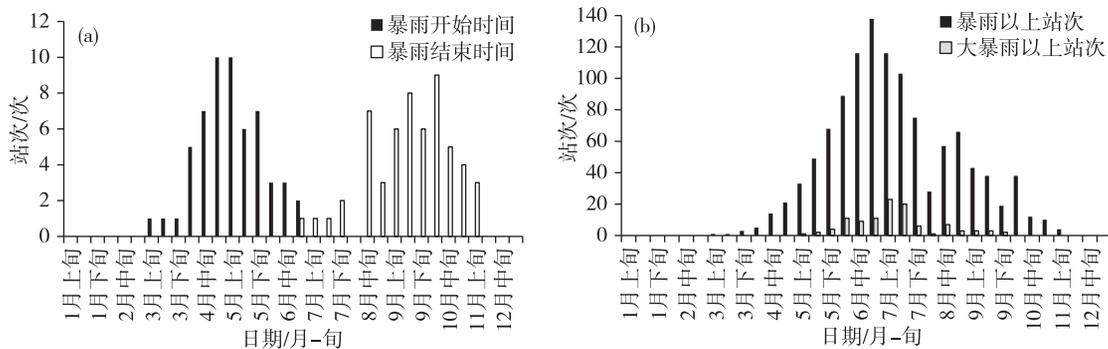


图6 1963—2018年贵阳市各月(旬)暴雨始末时间(a)、暴雨频数(b)(单位:次)
Fig. 6 The beginning and ending time of each month (ten days) (a) and the frequencies of rainstorm (b) (unit: times) in Guiyang from 1963 to 2018

表2 1963—2018年贵阳市不同范围暴雨月分布
Tab. 2 Distribution of monthly rainstorm in Guiyang from 1963 to 2018

月份	局地暴雨		区域暴雨	
	累计日数/d	百分比/%	累计日数/d	百分比/%
3	2	66.7	1	33.3
4	19	67.9	9	32.1
5	55	64.0	31	36.0
6	74	48.1	80	51.9
7	63	49.6	64	50.4
8	36	48.6	38	51.4
9	22	46.8	25	53.2
10	10	37.0	17	63.0
11	4	100.0	0	0.0

4 暴雨日数和暴雨总量区域分布

从图7a可见,贵阳市累计暴雨日数自西南向东北方向递减,西南部的清镇最多(196 d),东北部的开阳最少(143 d)。从近56 a贵阳市暴雨的贡献率分布可见(图7b),贵阳市暴雨总量与累计暴雨日数分布特征基本一致,自西南(清镇)向东北(开阳)方向递减,西南地区(清镇)暴雨的贡献率为20.8%,东北部(开阳)最少(14.4%)。

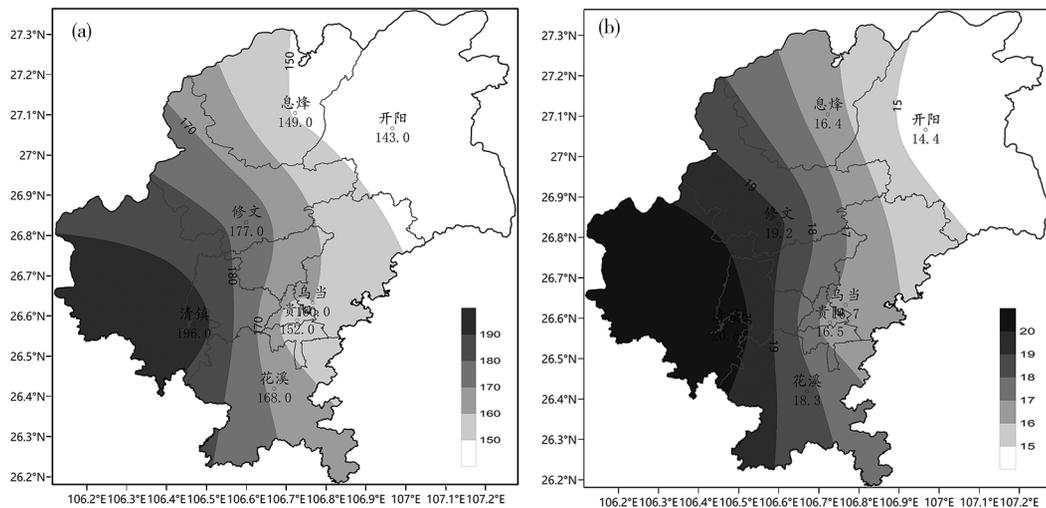


图7 1963—2018年贵阳市累计暴雨日数(a,单位:d)和暴雨贡献率(b,单位:%)空间分布

Fig. 7 Spatial distribution of accumulated days and contribution rate of rainstorm (a, unit: day) (b, unit: %) in Guiyang from 1963 to 2018

5 小结

本文利用贵阳市7个国家气象台站的逐日降水资料,分析了1963—2018年贵阳市暴雨气候特征,主要结论如下:

①贵阳市以一般性暴雨最为频繁(占86.7%),发生特大暴雨的概率小;暴雨日数和暴雨的贡献率分布均呈自西南向东北方向递减特征。

②贵阳市暴雨主要开始于4月中旬—5月中旬,结束于9月中旬—10月中旬,集中于6月中旬—7月中旬,其中6月下旬最高。

③贵阳市年平均暴雨日数为9.8 d,局地暴雨与区域暴雨出现概率相当,其中3—5月和11月以局地暴雨为主,6—9月局地暴雨与区域暴雨发生日数相当,10月以区域暴雨为主。

④贵阳市局地暴雨整体呈减少趋势,而区域暴雨、年暴雨量及年降水量中暴雨贡献率呈增多趋势,贵阳市年降水量中暴雨贡献率年际差异大,其平均贡献率为17.7%。

⑤近56 a暴雨日序列存在2~4 a的振荡周期,暴雨日数与年降水量的年际变化趋势较为密切,一般表现为暴雨日数较多年,降水量较多,暴雨日数较少年,降水量较少。

⑥暴雨频次时间序列在20世纪60年代初到80年代中后期、21世纪00年代初到10年代初为较

少期,20世纪80年代末期到90年代初、21世纪10年代中期至今为较多期。

参考文献

- [1] 陶诗言,丁一汇,周晓平. 暴雨和强对流的研究[J]. 大气科学, 1979, 3: 227-238.
- [2] 高守亭,赵思雄,周晓平,等. 次天气尺度及中尺度暴雨系统研究进展[J]. 大气科学, 2003, 27: 618-627.
- [3] 周创兵,李典庆. 暴雨诱发滑坡[J]. 气候变化研究进展, 2007, 3(4): 202-207.
- [4] 鲍名,黄荣辉. 近40 a我国暴雨的年代际变化特征[J]. 大气科学, 2006, 30(6): 1 057-1 067.
- [5] 刘小宁. 我国暴雨极端事件的气候变化特征[J]. 灾害学, 1999, 14(1): 54-59.
- [6] 李施颖,肖天贵. 近35 a云贵高原暴雨特征分析[J]. 高原山地气象研究, 2016, 36(3): 21-26.
- [7] 严小冬,金建德,雷云. 近50 a贵州降水时空分布分析[J]. 贵州气象, 2004, 28: 3-6.
- [8] 陈静,龙俐,段莹. 近53 a贵州极端降水事件气候分析[J]. 贵州气象, 2015, 39(4): 12-15.
- [9] 张艳梅,江志红,王冀,等. 贵州夏季暴雨的气候特征[J]. 气候变化研究进展, 2008, 4(3): 182-185.
- [10] 王芬,杨若文,唐浩鹏,等. 近48 a贵州暴雨日数及降水总量的变化特征研究[J]. 云南大学学报(自然科学版), 2013, 35(S1): 236-243.
- [11] 白慧,陈贞红,李长波,等. 贵州省主汛期暴雨的气候特征分析[J]. 贵州气象, 2012, 36(6): 1 057-1 067.
- [12] 卢瑞荆,樊兰峰. 1961—2008年贵州暴雨时空分布特征[J]. 沙漠与绿洲气象, 2010(3).