

肖雨霞,张艳梅,蹇昊,等. 贵州省习水县暴雨特征及成因分析[J]. 山地气象学报,2024,48(2):57-61.

贵州省习水县暴雨特征及成因分析

肖雨霞¹,张艳梅^{2*},蹇昊³,石方³,李丽³

(1. 贵州省遵义市播州区气象局,贵州 遵义 563100;2. 贵州省气象台,贵州 贵阳 550002;
3. 贵州省习水县气象局,贵州 习水 564600)

摘要:【目的】在极端天气频发的气候背景下,有必要进一步分析习水县暴雨天气时空分布特征。【方法】利用 1959—2022 年贵州省习水国家基本气象站逐日降水资料,2010—2022 年 24 个乡镇区域站日降水资料,运用统计学及空间插值等方法,对习水县的暴雨时空分布特征及成因进行分析。【结果】习水县暴雨多发生在习水河谷和赤水河谷的迎风坡及东部喇叭口地形区域,空间分布特征为北多南少;年区域性暴雨日数呈增长趋势;区域性暴雨月变化呈“单峰”型分布特征,主要出现在 5—9 月,占比 94%;区域性大暴雨日数月分布呈“双峰”型分布,峰值在 6 月、8 月。习水县暴雨具有明显日变化特征,夜雨特征明显,大暴雨夜雨占比 81.1%;区域性暴雨天气过程主要降水时段集中在 19 时—次日 06 时,占比 76.9%。习水从春季至秋季都有暴雨出现,暴雨日数频次大值区自西向东移动,夏季暴雨出现最多,占比 69%。将造成区域性暴雨天气的影响系统分为低涡切变型、冷锋低槽型、梅雨锋型、台风外围型等 4 种类型。低涡切变型产生暴雨最多,占比 77.3%。【结论】习水县暴雨空间分布呈北多南少,区域性暴雨主要出现在 5—9 月,夜雨特征明显,该研究成果可为更好地开展习水县暴雨灾害性天气预报及气象服务工作提供参考。

关键词:暴雨特征;成因分析;习水县

中图分类号:P426.6 **文献标识码:**A

Analysis of Rainstorm Characteristics and Causes in Xishui County of Guizhou Province

XIAO Yuxia¹, ZHANG Yanmei^{2*}, JIAN Hao³, SHI Fang³, LI Li³

(1. Bozhou Meteorological Station of Zunyi City, Guizhou Province, Zunyi 563100, China; 2. Guizhou Meteorological Observatory, Guiyang 550002, China; 3. Xishui Meteorological Station of Guizhou Province, Zunyi 564600, China)

Abstract: This paper aims to reveal the spatio-temporal distribution characteristics of heavy precipitation weather in Xishui County, Guizhou Province, under the background of frequent extreme weather. Based on daily precipitation data of the national basic meteorological station in Xishui County during 1959—2022 and daily precipitation data of 24 township stations from 2010 to 2022, the spatial and temporal distribution characteristics and causes of heavy rainfalls in Xishui County are analyzed by using statistics and spatial interpolation methods. The results show that heavy rainfalls in Xishui County mostly occur in the windward slopes of Xishui Valley and Chishui Valley as well as the eastern trumpet topography area, more in the north and less in the south. The annual regional rainstorm days is in a "unimodal" pattern. The monthly variation of regional rainstorm has obvious normal distribution characteristics, mainly appearing from May to September, accounting for 94%. The monthly distribution of regional heavy rainstorm days is in a "double peak" pattern, and the peak value is in June and August. The heavy rainfall in Xishui County has obvious diurnal variation characteristics, and the nighttime rainstorm accounts for 81.1%. The regional rainstorm processes are mainly concentrated in 19:00—06:00,

收稿日期:2023-08-21

第一作者简介:肖雨霞(1992—),女(仡佬族),工程师,主要从事地面综合气象业务工作,E-mail:1036861790@qq.com。

通讯作者简介:张艳梅(1973—),女,正高,主要从事短期及短临天气预报工作,E-mail:451968096@qq.com。

资助项目:贵州省气象局科研业务登记项目(黔气科登[2019]06-10号)。

accounting for 76.9%. There are torrential rains from spring to autumn in Xishui, and the maximum frequency of heavy rain days moves from west to east, of which summer has the most rainstorms, taking up 69%. The influence systems that cause regional heavy rain weather are divided into four types: low vortex shear type, cold front low trough type, Meiyu front type and typhoon peripheral type. The low vortex shear type generates rainstorm most, accounting for 77.3%. In summary, the spatial distribution of rainstorms in Xishui County is more in the north and less in the south. The regional heavy rain mainly occurs from May to September, with obvious characteristics of nighttime rainfall. The research results of this paper could provide a reference for heavy rain and severe weather forecast and meteorological service in Xishui County.

Key words: rainstorm characteristics; cause analysis; Xishui County

0 引言

暴雨具有突发性强、持续时间长、降水强度大等特点,由于贵州复杂的地形,易引发不同程度的洪涝和地质灾害^[1-6]。王芬等^[7]研究发现贵州暴雨日数及降水具有由南向北递减的空间分布特征,贵州暴雨日数大部分地区呈增加趋势。杨熠等^[8-9]研究指出4—6月遵义短时强降水事件频次迅速增加,6月到达峰值,74.1%的短时强降水事件发生在夏季。姚正兰等^[10]分析得出遵义市有2个暴雨多发区域,一个在东南部(包括绥阳、湄潭、凤冈、余庆),暴雨中心在凤冈,另一个暴雨多发区域为赤水。肖蕾等^[11]通过习水2014年8月11日特大暴雨天气过程的成因分析,指出低涡切变和地面辐合线在习水境内长时间稳定维持是此次特大暴雨的主要原因。

习水县位于贵州省北部,遵义市西部,处于大娄山山系西北坡与四川盆地南缘的过渡地带。地势东高西低,最高处海拔1 871.9 m,最低处海拔275 m。境内主要分布有3条河流,分别位于习水县北部的习水河、南部的桐梓河、西部的赤水河。由于地势显著隆起及山脉的走向可作为水汽对流活动的触发机制^[12],极易形成局地强降水天气。习水县暴雨天气主要发生在5—9月,占全年暴雨总数的94%。暴雨洪涝是习水县发生频率高的自然灾害之一,不仅对基础设施造成严重破坏,而且对人民群众的生命财产构成极大的损害和威胁。本文利用1959—2022年习水国家基本气象站及2010—2022年区域自动站资料,对暴雨时空分布特征及影响系统进行分析,以期对习水县暴雨灾害性天气预报及气象服务工作提供参考。

1 资料与方法

所用资料为1959—2022年习水国家基本气象站的逐日降水量、2010—2022年24个乡镇区域站

逐日降水量,资料来源于天擎系统,经过数据质量控制。暴雨是指日降水量 R 在 $[50\text{ mm}, 100\text{ mm})$ 的降水,大暴雨日是指 R 在 $[100\text{ mm}, 200\text{ mm})$ 的降水,大暴雨日是指 $R \geq 200\text{ mm}$ 的降水,根据《贵州省区域性暴雨气象评估标准》(DB52/T1181-2017),在1次区域性降水过程中,评估区域范围内有6个及以上国家级气象观测站(或有6%及以上区域气象观测站)日降水量达到暴雨标准,可判定为1次区域性暴雨。在参考评判标准基础上,考虑县域实际情况,以1次强降水天气过程中有5个及以上区域自动站日降水量达到暴雨标准作为1次区域性暴雨天气过程。习水县24个区域气象自动站点,具体位置如图1所示。采用统计分析、ArcGIS软件进行插值分析等方法分析暴雨的时空分布特征。

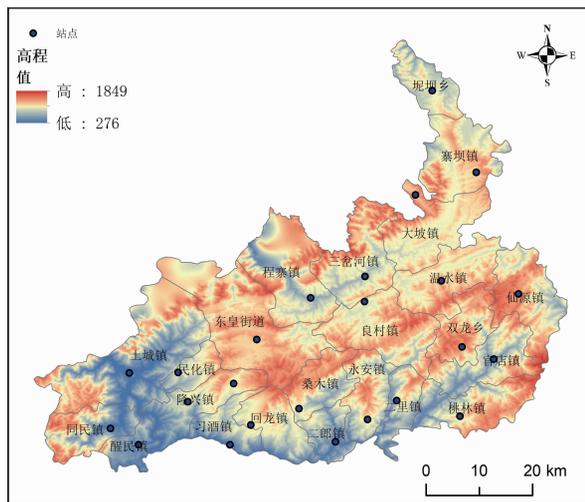


图1 习水区域自动气象站点及地形分布

Fig. 1 Distribution of automatic weather stations and terrain in Xishui region

2 暴雨特征分析

2.1 时间分布特征

2.1.1 年变化分布特征 图2为习水县2010—2022年区域性暴雨、大暴雨日数的逐年分布。区域

性暴雨天气呈逐年呈增长趋势,年平均区域性暴雨日数为4.8 d,2020年最多出现11 d区域性暴雨天气,其次为2014年和2021年,均出现了8 d区域性暴雨天气;最少出现在2011年、2013年、2017年,仅出现了2 d区域性暴雨天气。区域性大暴雨日数较少,近13 a仅出现9 d。

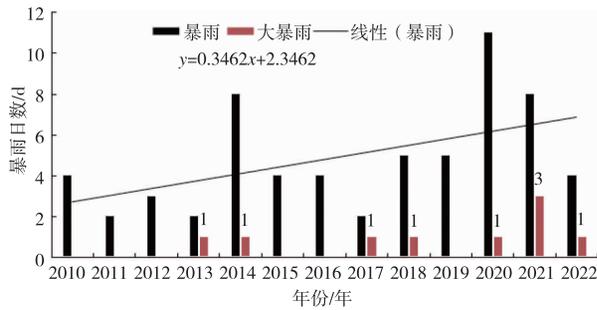


图2 2010—2022年习水区域性暴雨、大暴雨日数逐年分布
Fig. 2 Annual distribution of rainstorm and heavy rainstorm days in Xishui region from 2010 to 2022

2.1.2 月变化分布特征 从习水区域性暴雨、大暴雨日数的逐月分布(图3)可以看出,习水区域性暴雨月分布呈单峰型,出现在3—9月,集中在5—9月(占比94%)。6月累计区域性暴雨日数达到最大,近13 a达20 d,多年平均为 $2 \text{ d} \cdot \text{a}^{-1}$;7月、8月次之,分别为13 d、10 d;4月出现最少,近13 a仅出现1 d,说明夏季是习水暴雨的多发期,降水集中,占比69%。区域性大暴雨日数月分布呈“双峰”型分布,主要出现在5—9月,峰值在6月和8月,均达3 d,历年的3月、4月均没有出现过区域性大暴雨天气。

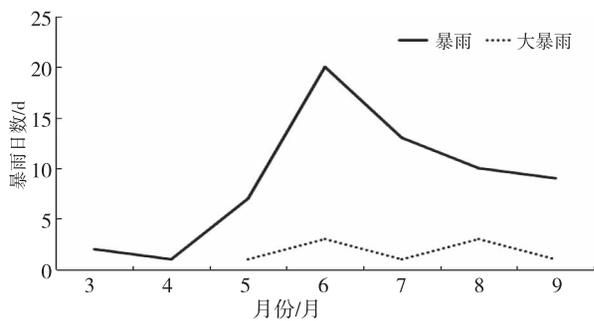


图3 2010—2022年习水区域性暴雨日数、大暴雨日数逐月分布
Fig. 3 Monthly distribution of rainstorm days and heavy rainstorm days in Xishui region from 2010 to 2022

2.1.3 日变化分布特征 1959年以来,习水县最大日降水量为178.8 mm,出现在1968年5月22日;区域站最大日降水量为334.3 mm,出现在2014

年8月11日良村镇。习水县暴雨具有明显的夜间特征,夜间(20时—次日08时)发生概率大于白天(08—20时)。经统计,习水国家气象基本站暴雨日数累计达148 d,其中夜雨比例达到63%;大暴雨日数24 d,其中夜雨比例高达81.1%;说明习水县暴雨主要发生在夜间。另外,统计发现习水区域性暴雨天气过程主要降水时段集中在19时—次日06时,占比高达76.9%,详细分布情况见表1。

表1 区域性暴雨天气过程主要降水时段

Tab. 1 Main precipitation periods of regional rainstorm processes

序号	主要降水时段	占比/%
1	00时—次日06时	39.6
2	19时—次日06时	37.3
3	06—12时	7.5
4	00—12时	3.8
5	06—13时	1.9
6	19时—次日00时	1.9
7	12时—次日00时	1.9
8	12时—次日06时	1.9
9	19时—次日12时	1.9

2.2 空间分布特征

2.2.1 暴雨、大暴雨日数空间分布特征 从2010—2022年习水暴雨日数的空间分布(图4)可以看出,习水暴雨日数的空间分布差异明显,暴雨主要发生在中部以北一带乡镇,自西向东有5个暴雨中心,分别位于隆兴镇、习水县城区、良村镇、双龙乡、仙源镇,累计暴雨日数在35~40 d之间。习水南部桃林、二里、二郎等乡镇发生暴雨频率较少,累计暴雨日数在23~27 d之间。

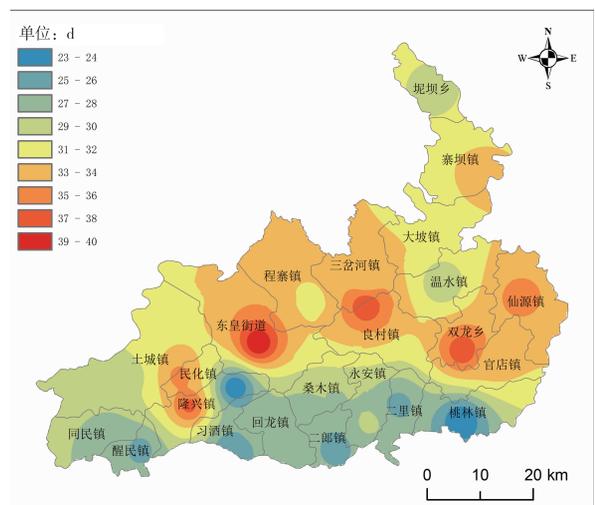


图4 2010—2022年习水暴雨累计日数的空间分布
Fig. 4 Spatial distribution of cumulative days of rainstorm in Xishui from 2010 to 2022

大暴雨日数空间分布(图5)显示,大暴雨也集中在习水中部以北的乡镇,有2个高值中心,分别在温水镇和东皇街道,出现大暴雨最多的在温水镇,累计为10 d,坭坝乡、二郎镇等北部及南部乡镇大暴雨日数较少。习水特大暴雨出现的次数较少,主要发生在2014年8月11日及2021年9月12日2次过程中,分布在大坡镇、良村镇、温水镇等东北部乡镇及习酒镇,各站点出现1次。

2.2.2 暴雨日数各季节的空间分布特征 习水暴雨日数各季节空间分布具有明显特征,主要出现在春季、夏季、秋季,冬季没出现暴雨天气。从各季的暴雨日数空间分布来看(图6),从春季至秋季,暴雨日数频次大值区自西向东移动,春季(3—5月)暴雨主要集中在2个区域:习水县隆兴镇、东皇街道等中部偏西区域,良村镇、温水镇、双龙乡等东北部区域。夏季(6—8月)暴雨天气较频繁,除了南部大部乡镇及北部局地乡镇外,暴雨频次均在2次/a以

上。秋季(9—11月)暴雨频次较少,主要集中在温水镇、官店镇等东部区域。

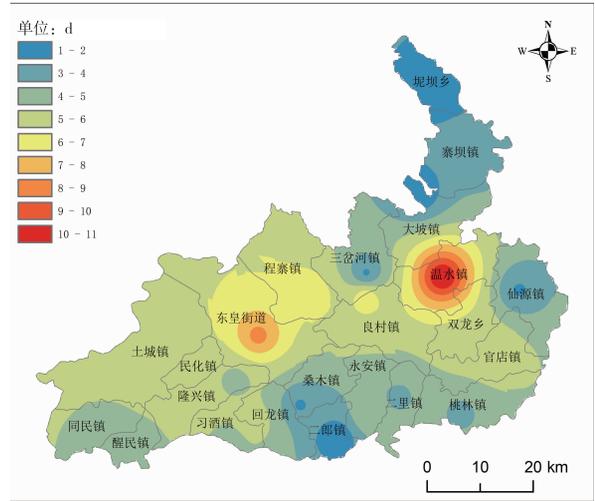


图5 2010—2022年习水大暴雨累计日数的空间分布
Fig.5 Spatial distribution of cumulative days of heavy rainstorm in Xishui from 2010 to 2022

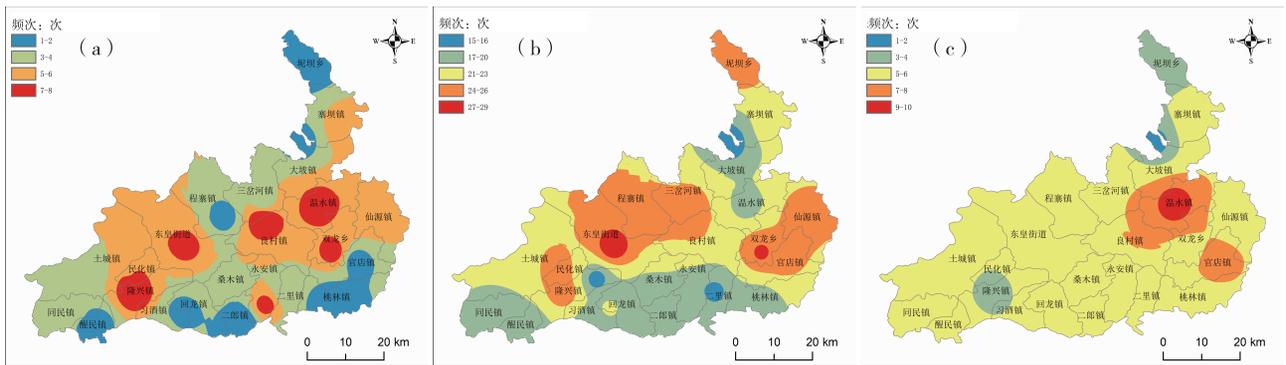


图6 2010—2022年习水春季(a)、夏季(b)、秋季(c)暴雨累计日数频次分布
Fig.6 Frequency distribution of cumulative days of rainstorm in Xishui in spring (a), summer (b) and autumn (c)

3 区域性暴雨天气成因分析

3.1 影响系统分析

自2010年以来,习水县累计经历66次区域性暴雨天气过程,其中区域性暴雨天气57次,区域性大暴雨天气9次。根据低层冷空气和中高空低涡、槽线、切变线配置情况,将习水县区域性暴雨天气分为低涡切变型、冷锋低槽型、梅雨锋型、台风外围型等4种类型的暴雨天气过程,分别从强降水等级、主要影响时间、影响过程等方面进行描述(表2)。低涡切变型主要以产生暴雨为主,其次大暴雨,9次大暴雨天气过程均属于该种类型,占比77.3%;低涡切变型暴雨通常是高层处于槽后脊前,中层川东有低涡(西南涡)存在,低层配合南下冷空气共同影响导致,表明低涡和低层切变是区域性暴雨发生的直接触发系统^[13-14]。两高切变主要产生暴雨天气,

高层受青藏高原与西太平洋副热带高压(以下简称副高)之间切变影响,低层切变和低空急流作用,有时伴有冷空气活动,系统自西北向东南方向移动。冷锋低槽型主要以产生暴雨为主,该类型系统高空槽前地面辐合线锋生,当高层低槽东移激发低层切变或低涡的发展和移动,主要自西北向东南影响习水县。梅雨锋型500 hPa副高强盛,控制华东华南地区,脊线位于20°N附近,西脊点位于110°E以西,低层在长江中下游到贵州形成东西向横切变线;地面习水位于梅雨锋西段,受高原槽引导冷空气南下,低涡切变发展东移,主要是从古蔺、仁怀等地向北偏东移动逐步发展,影响南部及东部乡镇。台风外围型主要以产生暴雨为主,受高空槽和低层切变影响,副高阻挡,偏东气流与偏南气流长时间辐合,台风外围云系带来充沛水汽导致暴雨天气。

表 2 区域性暴雨分型信息表

Tab. 2 Information table of regional rainstorm classification

类型	占比/%	强降水等级	主要影响时间	影响过程描述
低涡切变型	77.3	大暴雨为主, 其次暴雨	6—9月	此类影响系统主要是从习水县西部、北部乡镇开始影响习水县, 偶有从东部、南部乡镇影响, 暴雨主要落区分布在除南部以外大部乡镇。强降水时段主要在 19 时—次日 06 时。
冷锋低槽型	19.7	暴雨为主	主要在 5 月, 其次 3 月和 6 月	此类影响系统主要是从习水县西部、北部乡镇开始影响, 暴雨主要落区分布在西部、中东部乡镇。强降水时段主要在 19 时—次日 12 时。
梅雨锋型	1.5	暴雨为主	7 月	此类影响系统主要是从习水县南部乡镇开始影响, 暴雨落区在南部及东部乡镇。强降水时段主要在 06—12 时。
台风外围型	1.5	暴雨为主	8 月	此类影响系统主要是从习水县西部乡镇影响, 暴雨落区主要西部。强降水时段主要在 00—16 时。

3.2 地形在暴雨天气过程中的作用

习水县处于大娄山山脉西北坡, 整体呈西低东高的地形分布, 暴雨产生与地形关系密切, 周杰等^[15]认为地形可以作为中小尺度强对流系统的触发机制, 造成不稳定能量的释放。结合暴雨日数区域分布来看, 暴雨落区主要分布在:

(1) 河谷 + 迎风坡地形, 河谷地形有利于其区域上空的水汽积聚^[16]。暴雨高频区域分布西部赤水河谷地带和北部习水河谷地带主要是处于天气系统来的迎风坡, 迎风坡有利于气流抬升, 再加上河谷地带水汽条件较好, 暖湿气流受山脉抬升, 有利于强降水的产生。

(2) 喇叭口地形, 使得气流辐合加强, 进一步加大大气上升运动, 形成强烈降水^[17]。地形呈喇叭口导致仙源、双龙、官店等东部乡镇易产生暴雨。

4 结论

(1) 习水县区域性暴雨天气呈逐年增加的趋势, 年平均区域性暴雨日数为 4.8 d, 区域性暴雨出现在 3—9 月, 占比 94%; 暴雨日数的月分布具有“单峰”型分布特征, 6 月达到最大值, 区域性大暴雨日数月分布呈“双峰”型分布, 峰值在 6 月、8 月。习水县暴雨具有明显日变化特征, 夜雨特征明显, 大暴雨夜雨占比 81.1%; 区域性暴雨天气过程主要降水时段集中在 19 时—次日 06 时, 占比 76.9%。

(2) 习水暴雨日数的空间分布差异明显, 暴雨主要发生在中部以北一带乡镇, 自西向东有 5 个暴雨中心, 累计暴雨日数在 35~40 d 之间。习水南部桃林、二里、二郎等乡镇发生暴雨频率较少, 累计暴雨日数在 23~27 d 之间。大暴雨集中在习水中部以北的乡镇, 具有 2 个高值中心, 分别在温水镇和东皇街道。从春季至秋季, 暴雨日数频次大值区自西向东移动。

(3) 根据产生区域性暴雨天气影响系统, 将习水县区域性暴雨天气分为低涡切变型、冷锋低槽型、梅雨锋型、台风外围型等 4 种类型。低涡切变型

产生暴雨最多, 占比 77.3%。

(4) 习水县暴雨产生与地形关系密切, 多发生在习水河谷和赤水河谷的迎风坡, 东部喇叭口地形区域。

参考文献

- [1] 殷淑燕, 王海燕, 王德丽, 等. 陕南汉江上游历史洪水灾害与气候变化[J]. 干旱区研究, 2010, 27(4): 522-528.
- [2] 许丹, 张东海. 贵州区域性暴雨过程的定量化评估及气候特征[J]. 中低纬山地气象, 2022, 46(6): 1-8.
- [3] 赖成光, 廖耀星, 王兆礼, 等. 不同暴雨情景下的城市内涝响应特征分析[J]. 水资源保护, 2023, 39(3): 101-133.
- [4] 卢瑞荆. 贵州暴雨洪涝的气候特征分析[D]. 兰州: 兰州大学, 2010.
- [5] 陈静, 龙俐, 段莹. 近 53a 贵州极端降水事件气候分析[J]. 贵州气象, 2015, 39(4): 12-15.
- [6] 彭芳, 吴古会, 杜小玲. 贵州省汛期短时降水时空特征分析[J]. 气象, 2012, 38(3): 307-313.
- [7] 王芬, 杨若文, 唐浩鹏, 等. 近 48 年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.
- [8] 杨熠, 武正敏, 陈茜茜, 等. 1960—2019 年遵义地区区域性暴雨特征分析[J]. 中低纬山地气象, 2021, 45(6): 66-70.
- [9] 杨熠, 李霞, 刘红双, 等. 2010—2019 年遵义 4—8 月短时强降水的时空特征分析[J]. 中低纬山地气象, 2021, 45(1): 33-39.
- [10] 姚正兰, 谢和林, 宋芳, 等. 遵义市暴雨气候特征分析[J]. 中低纬山地气象, 2017, 41(2): 14-19.
- [11] 肖蕾, 郭晓超, 姚正兰, 等. 习水 2014 年 8 月 11 日特大暴雨天气过程的成因分析[J]. 贵州气象, 2015, 39(5): 19-23.
- [12] 胡萍, 夏阳, 蔡成瑶, 等. 梵净山区域暴雨过程中小时降水雷达回波特征分析[J]. 中低纬山地气象, 2022, 46(4): 25-33.
- [13] 陶诗言. 中国之暴雨[M]. 北京: 科学出版社, 1980.
- [14] 蔡孙平, 陈海亮, 符靖茹, 等. 2021 年 4·26 华南区域性暴雨过程的特征[J]. 广东气象, 2022, 44(3): 33-37.
- [15] 周杰, 赵俊虎, 李永华, 等. 西南地区东部区域性暴雨事件的客观识别及其变化特征[J]. 高原气象, 2021, 40(4): 789-800.
- [16] 胡萍, 张李娟, 冉光镜, 等. 高空西北气流下贵州铜仁特大暴雨的成因分析[J]. 中低纬山地气象, 2023, 47(1): 8-16.
- [17] 丁丽佳, 谢汉良, 余元标, 等. 潮州极端短时强降水时空分布特征及地形作用[J]. 广东气象, 2022, 44(6): 16-20.