

文章编号:2096 - 5389(2022)04 - 0062 - 07

罗甸县暴雨的时空分布特征分析

刘朝英, 谭清波, 邹应杰, 杨凤娜

(贵州省罗甸县气象局, 贵州 罗甸 550100)

摘 要:通过对 1951—2020 年罗甸县逐日降水观测资料、2010—2020 年罗甸县各乡镇逐日降水观测资料的统计分析, 计算出要素保证率 80% 的值, 采用线性趋势分析、等值线分布、Mann - Kendal 检验、Morlet 小波方法分析罗甸县境内暴雨的时空分布特征。结果表明:近 70 a 罗甸县年暴雨日数、近 11 a 罗甸县各乡镇总年暴雨日数均缓慢增多, 区域暴雨次数逐渐减少, 在年际变化中, 均存在显著的 3 a 左右周期振荡。暴雨集中发生在 5—9 月, 近 70 a 占全年暴雨日数 91%, 各月暴雨日数时空分布差异显著, 暴雨发生最多月份为 6 月, 近 70 a 平均每年 1.3 d, 占全年暴雨日数的 36%。各乡镇年平均暴雨日数分布区域性特征明显, 存在 2 个多值区(西北部、东南部)和 1 个少值区(西南部)。暴雨多发生在夜间, 尤其大暴雨以上量级降水在夜间发生的概率高达 93%。降水强度等级从北向南逐级减小, 与罗甸县略呈“撮箕口”朝南地形较一致, 从西北、北、东北向南逐级减小, 在西部、东北部存在较稳定的 2 个极端暴雨中心。各乡镇连续暴雨次数分布差异明显, 呈北多南少分布。总体而言, 西部在年暴雨日数、暴雨强度、连续暴雨次数及连续降水量均居全县首位, 在天气预报、防汛工作中应重点关注和防范。

关键词:罗甸县; 暴雨; 时空分布; 特征分析

中图分类号:P426.61⁺4 **文献标识码:**B

Analysis of Temporal and Spatial Distribution Characteristics of Rainstorm in Luodian County

LIU Chaoying, TAN Qingbo, ZOU Yingjie, YANG Fengna

(Luodian Meteorological Bureau of Guizhou Province, Luodian 550100, China)

Abstract:Based on the statistical analysis of daily precipitation observation data from 1951 to 2020 in Luodian County and daily precipitation observation data from 2010 to 2020 in each township in Luodian County, the factor guarantee rate of 80% was calculated. Linear trend analysis, isoline distribution, Mann - Kendal test and Morlet wavelet method were used to analyze the spatial and temporal distribution characteristics of rainstorm in Luodian County. The results show that the annual number of rainstorm days in Luodian County in the past 70 years and the total number of rainstorm days in each township in Luodian County in the past 11 years have slowly increased, and the number of regional torrential rains has gradually decreased. In the interannual variation, there is a significant 3 - year cycle oscillation. Heavy rain occurred mainly from May to September, accounting for 91% of the number of rainstorm days in the past 70 years, and the spatial and temporal distribution of the number of rainstorm days in each month is significantly different. The month with the most rainstorm occurs in June, with an average of 1.3 d per year in the past 70 years, accounting for 36% of the number of rainstorm days in the year. The regional distribution of the annual average number of rainstorm days in each township is obvious. There are two high - value areas (northwest and southeast) and one low - value area (southwest). Heavy rains mostly occur at night, especially with 93% probability of occurrence of precipitation of the magnitude above heavy rainstorms at night. The precipitation intensity level decreases gradually from north to south, which is consistent with Luodian Countys

收稿日期:2021 - 09 - 07

第一作者简介:刘朝英(1979—),女(布依族),高工,主要从事综合气象业务工作,E-mail:by907@163.com。

资助项目:贵州省气象局科研业务项目(黔气科登[2020]04 - 09 号);罗甸县暴雨预测指标及模式构建研究。

slightly "Zuojikou" southward – facing terrain, it gradually decreases from northwest, north, and northeast to south, and there are two relatively stable extreme rainstorm centers in the west and northeast. The distribution of the number of consecutive rainstorms in each township is obviously different, with more in the north and less in the south. In general, the western region ranks first in the county in the number of days of rainstorms, the intensity of rainstorms, the number of consecutive rainstorms and the amount of continuous precipitation, which should be paid attention to and precautions in weather forecasting and flood control work.

Key words: Luodian County; rainstorm; temporal and spatial distribution; characteristic analysis

0 引言

暴雨是造成田地洪涝、山洪、泥石流、城镇内涝等灾害的主要因素,受灾的程度因暴雨的持续时间、强度、分布而定。掌握暴雨的时空分布规律,对暴雨预测、防范等工作尤为重要。近年来,省内学者对贵州暴雨时空分布的研究越来越多^[1-3]。罗甸县是省内极端特大暴雨的易发区:1976年5月24日龙坪镇发生的336.7 mm降水,至今仍是全省最大单日降水记录;2015年8月28日,木引镇降水量达335.3 mm,与全省最大单日降水记录仅相差1.4 mm。县境内暴雨洪涝灾害时有发生,仅2011—2020年因暴雨导致的较明显的灾害损失19次,共造成196 407人受灾,4人失踪,6186人转移安置,直接经济损失达22 135.5万元,其中,直接经济损失1000万元以上共4次,单次最多直接经济损失达7175万元。据罗甸县自然灾害历史灾情记录统计,本县暴雨造成的灾害损失最为频繁和最为严重。由于暴雨突发性和局地性强,且多发生在夜间,较难预报和预防,对人民群众的生命财产危害极大。为深入研究罗甸县境内暴雨发生的时空特征规律,在暴雨天气过程来临前能早预报、早防范,减轻或避免暴雨造成的灾害损失,本文首次应用罗甸县国家基本气象站(1951年建站)、各乡镇区域自动气象站(2010年建站)从建站至2020年的逐日降水观测资料,对罗甸县境内暴雨的时空分布特征进行系统分析,以期为暴雨预报提供天气、气候的时空背景资料,为全县长中短期天气预报、防汛工作提供最新实测的科学参考依据。

1 资料与方法

本文选取1951—2020年罗甸县国家基本气象站、2010—2020年罗甸县各乡镇(8镇1乡)的逐日降水观测资料作为分析对象。按照中国气象局业务规定,将24 h降水量 ≥ 50 mm的雨称为“暴雨”,按其降水强度大小又分为3个等级:即24 h降水量为50.0~99.9 mm称为暴雨、根据贵州特点100.0

~199.9 mm称为大暴雨、 ≥ 200.0 mm为特大暴雨。暴雨资料统计所用软件为Microsoft Excel;采用最小二乘法对暴雨日数的趋势变化进行线性倾向估计;用Surfer软件分析暴雨空间分布特征、绘图^[4];运用Morlet小波分析方法,对暴雨的周期性变化特征进行分析^[5];并用Mann-Kendal检验方法分析降雨变化的阶段性和突变性^[6]。

2 结果与分析

2.1 暴雨时间变化特征分析

2.1.1 暴雨年际变化特征分析 1951—2020年罗甸县(罗甸县国家基本气象站,单站)总暴雨数243 d,平均年暴雨日数3.5 d,年暴雨日数最多8 d,发生在2010年,最少0 d,共出现在7个不同年份, ≥ 2 d的保证率为87%。从图1a可知,近70 a来罗甸县总年暴雨日数呈缓慢增多趋势,气候变化倾向率为 $0.006 \text{ d} \cdot \text{a}^{-1}$ 。其中,年大暴雨(≥ 100.0 mm)日数27 d,平均年大暴雨日数0.4 d,年大暴雨日数最多3 d,最少0 d,单日降水量最大336.7 mm(特大暴雨,1976年),为全省之冠,气候变化倾向率为 $0.00002 \text{ d} \cdot \text{a}^{-1}$,呈缓慢增多趋势。

2010—2020年罗甸县各乡镇总暴雨日数388 d,平均年暴雨日数35.3 d,其中龙坪镇(罗甸县国家基本气象站所在地)平均年暴雨日数3.6 d,年暴雨日数最多52 d(2010年),最少10 d(2012年), ≥ 28 d的保证率为82%。近11 a来罗甸县各乡镇总年暴雨日数呈缓慢增多趋势,气候变化倾向率为 $0.23 \text{ d} \cdot \text{a}^{-1}$,年际变化大,具有2 a左右的连升或连降规律(图1b)。

通过对比分析可知,1951—2020年罗甸县平均年暴雨日数3.5 d与近11 a(2010—2020年)平均年暴雨日数3.6 d相近。

2.1.2 暴雨月变化特征分析 1951—2020年罗甸县暴雨日数月分布特征显著,暴雨发生在3—11月,集中在5—9月,占全年暴雨日数的91%,其中6月平均暴雨日数1.3 d,占36%,为全年暴雨最多的月份,12月一次年2月无暴雨。暴雨发生最早日期为

3 月 31 日 (54.4 mm), 终日最晚出现在 11 月 20 日 (55.5 mm)。年大暴雨 (≥ 100.0 mm) 日数发生在 5—9 月, 集中在 6—7 月, 占全年暴雨日数的 77%, 其中 6 月占 44%, 为全年大暴雨最多的月份, 10

月一次年 4 月无大暴雨。大暴雨发生最早日期为 5 月 16 日 (139.7 mm), 终日最晚出现在 9 月 20 日 (102.7 mm)。

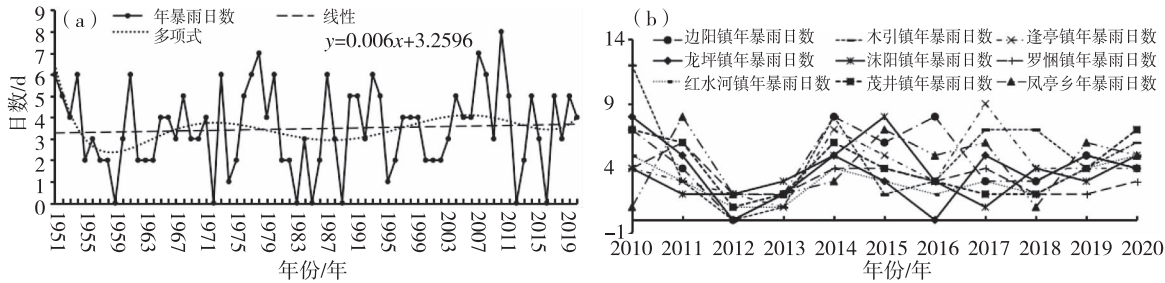


图 1 1951—2020 年罗甸县年暴雨日数 (a)、2010—2020 年罗甸县各乡镇年暴雨日数 (b) 曲线

Fig. 1 Curves of annual rainstorm days (a) in Luodian County from 1951 to 2020, annual rainstorm days (d) in all town in Luodian County from 2010 to 2020

2010—2020 年罗甸县各乡镇暴雨日数月分布特征明显, 暴雨发生最早日期为 3 月 3 日, 发生在边阳镇 (77.8 mm); 暴雨结束最晚日期为 12 月 15 日, 分别发生在边阳镇 (58.0 mm), 沫阳镇 (51.3 mm)。从图 2 可知, 全县各乡镇总的月平均暴雨日数最多 13.4 d, 发生在 6 月, 占全年暴雨日数的 44%, 其中龙坪镇为 45%; 其次是 7 月, 平均暴雨日数 6.0 d, 占全年暴雨日数的 20%; 5 月平均暴雨日数 5.3 d, 居全年第 3, 占全年暴雨日数的 17%; 8 月、9 月平均暴雨日数 3.8 d, 并列全年第 4, 分别占全年暴雨日数的 12%。暴雨主要集中在 5—9 月, 占全年 92%, 其中龙坪镇为 90%。冬季 1 月、2 月无暴雨, 12 月仅发生暴雨 2 d, 是暴雨最少时段。

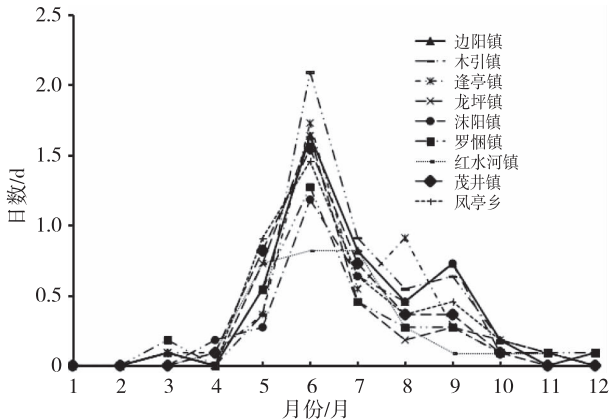


图 2 2010—2020 年罗甸县各乡镇月平均暴雨日数

Fig. 2 Monthly average number of rainstorm days in all town in Luodian County from 2010 to 2020

通过对比分析可知, 1951—2020 年罗甸县 5—9 月暴雨日数占全年暴雨日数的 91%, 与近 11 a 的 90% 相近。1951—2020 年 6 月暴雨日数占全年暴

雨日数的 36%, 与近 11 a 的 45% 略同, 均为月暴雨日数最多月份。

2.1.3 区域暴雨变化特征分析 在 1 次降雨天气过程中, 将 3 个以上乡镇降水量同日达到暴雨定义为 1 次区域暴雨过程。2010—2020 年罗甸县各乡镇发生区域暴雨共 63 次, 年平均区域暴雨次数 5.7 次, ≥ 4 次的保证率为 91%, 最多 10 次 (2010 年), 最少 3 次 (2012 年), 见图 3。其中, 全县 9 个乡镇同日发生暴雨共 2 次 (2011 年、2014 年), 8 个乡镇同日发生暴雨共 1 次 (2019 年), 7 个乡镇同日发生暴雨共 3 次 (2015 年、2017 年、2019 年); 6 个乡镇同日发生暴雨共 9 次, 分别为 2010 年 3 次, 2018 年、2020 年各 2 次, 2014 年、2015 年各 1 次。在近 11 a 中, 罗甸县各乡镇区域暴雨发生次数呈缓慢减少趋势, 气候变化倾向率为 -0.22 次 $\cdot a^{-1}$ 。

2.1.4 连续暴雨特征分析 2010—2020 年罗甸县各乡镇共发生连续暴雨 (连续 2 d 发生暴雨) 16 次, 其中连续 2 d 发生大暴雨共 1 次, 连续降水量 286.7 mm, 发生在木引镇。先降暴雨、后降大暴雨共 2 次, 龙坪镇、罗甸镇分别各发生 1 次。先降大暴雨、后降暴雨共 3 次, 边阳镇、罗甸镇、凤亭乡分别各发生 1 次。其余 10 次连续暴雨, 前、后日降水量均在 50.0 ~ 99.9 mm 之间。

2.1.5 暴雨发生时段特征分析 1951—2020 年罗甸县暴雨发生时段特征明显, 大多数暴雨发生在夜间 (20 时—次日 08 时), 其中, 夜间降水量 ≥ 50.0 mm 日数占全部日数的 67%; 在白天 (08—20 时) 暴雨较少发生, 白天降水量 ≥ 50.0 mm 日数占全部日数的 12%。大暴雨以上量级降水绝大多数发生在夜间, 占 93%, 白天仅占 7%。

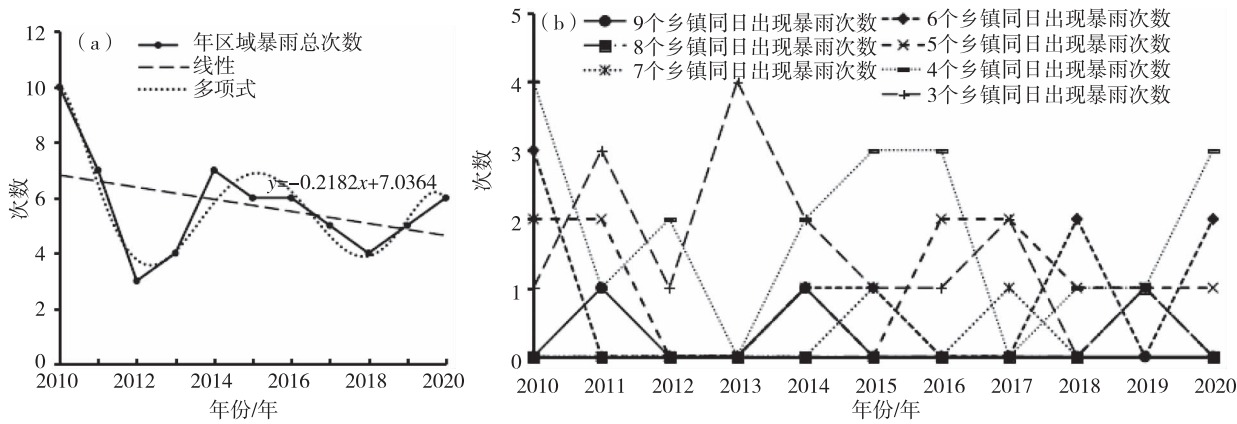


图3 2010—2020 年罗甸县各乡镇年区域暴雨次数(a)、区域暴雨各强度次数(b)曲线
Fig. 3 Curves of the number of annual regional rainstorms (a), and the intensity of regional rainstorms (b) in all town in Luodian County from 2010 to 2020

2010—2020 年罗甸县各乡镇暴雨发生时段特征与 1951—2020 年罗甸县暴雨发生时段特征极其相似,夜间降水量 ≥ 50.0 mm 日数占全部日数的 65%,其中龙坪镇为 65%;白天占 12%,其中龙坪镇为 15%。

通过对比分析可知,1951—2020 年罗甸县暴雨夜间降水量 ≥ 50.0 mm 日数占全部日数的 67%,与近 11a 65% 相近;白天降水量 ≥ 50.0 mm 日数占全部日数的 12%,与近 11 a 15% 相近。大暴雨以上量级降水发生在夜间占 93% 与近 11 a 占 100% 略同。

2.1.6 暴雨阶段分析及突变检验 应用 Mann -

Kendall 方法,对 1951—2020 年罗甸县的年暴雨日数最做阶段分析及突变检测(图 4a)。年暴雨日数在 20 世纪 50 年代中期—后期陡减,60 年代初期—70 年代后期显著增多,80 年代初期—中期减少明显,80 年代后期至今呈缓慢增多趋势。在 1964 年发生了 1 次较明显的气候突变,UF 曲线在 2008 年后超过 0.05 显著水平置信线,表明罗甸县年暴雨日数进入了 1 个显著增多阶段。年大暴雨日数在 50 年代初期到后期偏少,60 年代初期至今呈缓慢增多趋势(图 4b)。

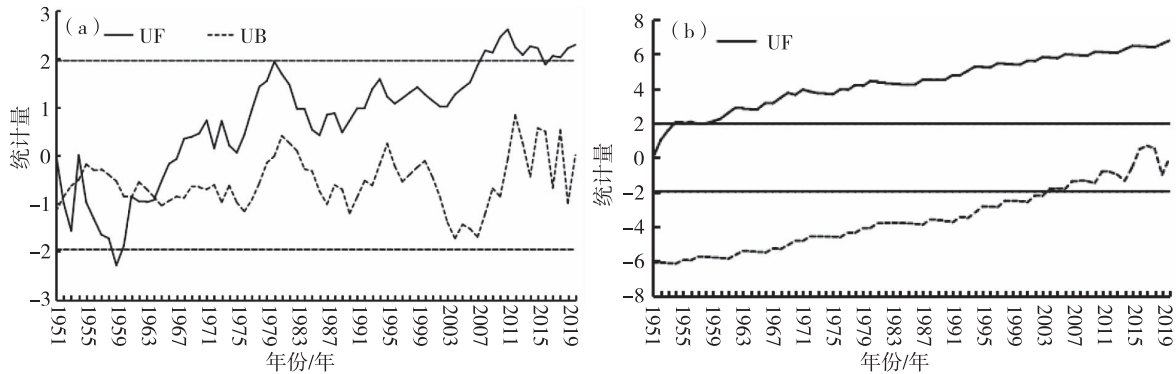


图4 1951—2020 年罗甸县年暴雨日数(a)、年大暴雨日数(b)Mann - Kendall 曲线
Fig. 4 Curves of Mann - Kendall of annual rainstorm days (a), and annual above heavy rainstorm days (b) in Luodian County from 1951 to 2020

2.1.7 暴雨变化周期分析 ①总年暴雨日数变化周期分析。用 Morlet 小波分析,分析罗甸县暴雨的周期性变化特征。图 5a 为 1951—2020 年罗甸县年暴雨日数的 Morlet 小波变化系数分布图,从图可知,罗甸县年暴雨日数存在显著的 12 a 左右长周期振荡,在较短周期中,存在 3 a、8 a 周期振荡。年大暴雨日数存在准 7 a、2~3 a 周期振荡,见图 5b。

2010—2020 年罗甸县各乡镇总年暴雨日数存

在显著的 3 a 周期振荡,近 11 a 来稳定存在,2011 年、2014 年、2017 年、2020 年是偏多期和偏少期的更替点。

②区域暴雨次数变化周期分析。2010—2020 年罗甸县年区域暴雨次数周期性变化特征明显,存在显著的 3 a 周期振荡,近 11 a 来稳定存在,2011 年、2014、2017 年、2020 年是偏多期和偏少期的更替点。

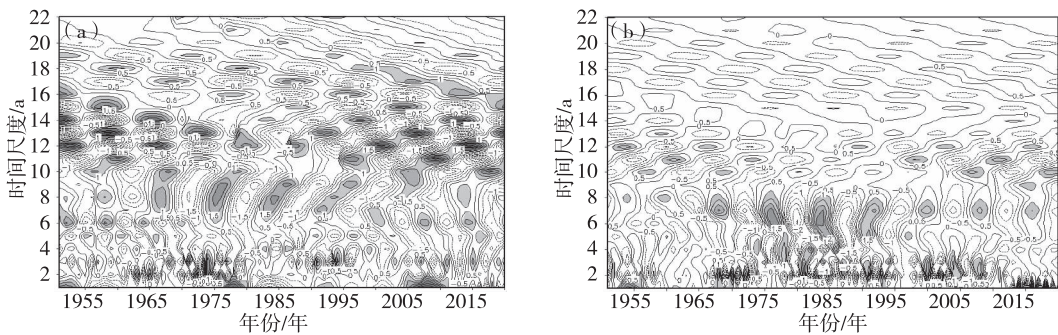


图 5 1951—2020 年罗甸县年暴雨日数(a)、年大暴雨日数(b) Morlet 小波变化系数分布
Fig.5 The number of annual rainstorm days (a) , and the number of annual above heavy rainstorm days (b) , morlet wavelet variation coefficient distribution in Luodian County from 1951 to 2020

2.2 暴雨空间分布特征分析

2.2.1 暴雨强度空间分布特征分析 ①日极端暴雨空间分布特征分析。由日最大暴雨空间分布特征(图 6)可知,2010—2020 年罗甸县各乡镇日最大降水量总体呈北大南小分布,最大降水量 335.3 mm (木引镇),最小 120.4 mm(红水河镇)。

日第 2 大暴雨空间分布特征分析。2010—2020 年罗甸县各乡镇日第 2 大降水量总体呈北大南小分布,最大降水量 237.7 mm(逢亭镇),最小 108.7 mm (茂井镇)。

日第 3 大暴雨空间分布特征分析。2010—2020 年罗甸县各乡镇日第 3 大降水量总体呈北大南小分布,最大降水量 151.4 mm(沫阳镇),最小 108.2 mm (茂井镇)。

各降水量等级分布与罗甸县略呈“撮箕口”朝南地形较相似,从西北、北、东北向南逐级减小。

②年平均暴雨降水量空间分布特征分析。2010—2020 年罗甸县各乡镇年平均暴雨降水量最大 398.4 mm (木引镇),最小 212.2 mm (红水河

镇)。从图 7a 可看出,年平均暴雨降水量分布总体为西北部、西部、北部最多,东南部次多,西南部最少。

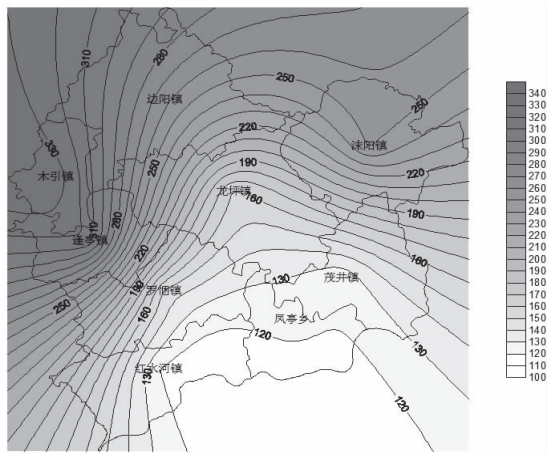


图 6 2010—2020 年罗甸县各乡镇日最大降水量分布(单位:mm)
Fig.6 Distribution map of the largest daily precipitation of each town in Luodian County from 2010 to 2020(unit:mm)

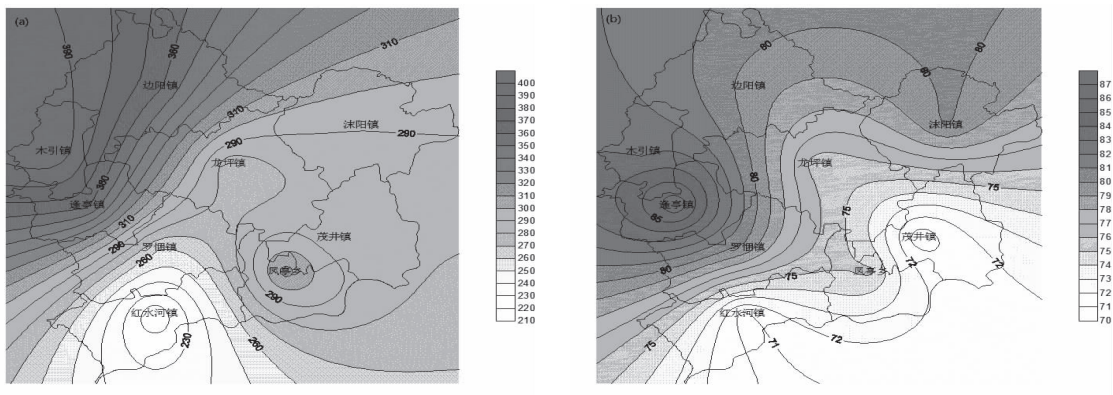


图 7 2010—2020 年罗甸县各乡镇平均暴雨降水量(a)、平均每次暴雨降水量(b)分布(单位:mm)
Fig.7 Distribution of average rainstorm precipitation(a) and average rainfall per rainstorm(b) of each town in Luodian County from 2010 to 2020(unit:mm)

③平均每次暴雨降水量空间分布特征分析。2010—2020 年罗甸县各乡镇平均每次暴雨降水量最大 86.8 mm(逢亭镇),最小 70.3 mm(茂井镇)。从图 7b 可看出,平均每次暴雨降水量总体呈北大南小分布,在西部存在大值中心,东部、西南部最小。

从以上分析可得出,暴雨强度等级从北向南逐级减小,与罗甸县略呈“撮箕口”朝南地形较一致,从西北、北、东北向南逐级减小。在西部、东北部存在较稳定的 2 个暴雨强度大值中心,且西部最强,西南部、东部暴雨强度值最小。

2.2.2 暴雨频数空间分布特征分析 ①年平均暴雨日数空间分布特征分析。2010—2020 年罗甸县各乡镇年平均暴雨日数分布南北差异显著(图 8),存在 2 个多值区(西北部、东南部)和 1 个少值区(西南部)。年平均暴雨日数最多发生在木引镇为 4.8 d,其次是边阳镇的 4.5 d,逢亭镇、凤亭乡 4.2 d,并列第 3,最少发生在红水河镇 3.0 d。

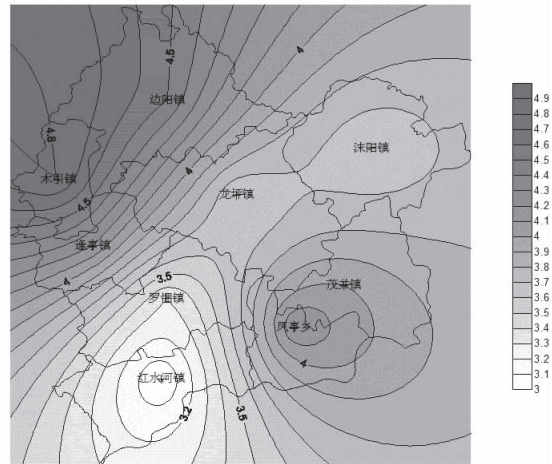


图 8 2010—2020 年罗甸县各乡镇年平均暴雨日数分布
Fig. 8 Distribution map of the annual average number of rainstorm days in all town in Luodian County from 2010 to 2020

②月暴雨日数空间分布特征分析。2010—2020 年罗甸县各乡镇月平均暴雨日数随季节变化各不相同,从各月分布图(图略)可知,在 5 月,暴雨日数分布总体为南多北少,在东南部存在多值中心,东北部、西北部存在少值区,暴雨总日数最多发生在凤亭乡,年平均 0.9 d,其次是茂井镇 0.8 d,最少发生在沫阳镇 0.3 d。在 6 月,暴雨日数分布总体为以西北部到东南部为多值轴心,两侧相对较少,在西北部存在多值中心,暴雨日数最多发生在木引镇,年平均 2.1 d,其次是逢亭镇 1.7 d,最少发生在红水河镇 0.8 d。在 7 月,暴雨日数分布总体为以中部为

少值中心,呈椭圆形向四周增多,暴雨日数最多发生在木引镇,年平均 0.9 d,其次是边阳镇、红水河镇 0.8 d,最少发生在逢亭镇、龙坪镇、罗悃镇 0.5 d。在 8 月,暴雨日数分布以中部到西南部为少值中心,呈拱桥形向两侧增多,且在西部存在多值中心,暴雨日数最多发生在逢亭镇,年平均 0.9 d,其次是边阳镇、木引镇、沫阳镇 0.5 d,最少发生在龙坪镇 0.2 d。在 9 月,暴雨日数分布总体为北多南少,与 5 月南多北少分布正好相反,在西南部存在少值区,暴雨日数最多发生在边阳镇、沫阳镇,年平均 0.7 d,其次是木引镇 0.6 d,最少发生在红水河镇 0.1 d。

③连续暴雨次数空间分布特征分析。2010—2020 年罗甸县各乡镇连续暴雨次数分布南北差异显著(图 9),连续暴雨次数分布总体为以西北部到东南部为多值轴心,两侧较少,在西北部存在多值中心,连续暴雨次数最多发生在木引镇、边阳镇,近 11 a 来分别发生 3 次,其次是龙坪镇、罗悃镇、凤亭乡分别发生 2 次,最少发生在红水河镇、逢亭镇、沫阳镇、茂井镇,分别发生 1 次。

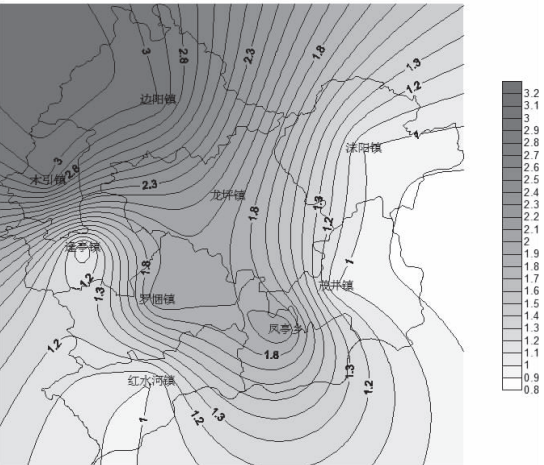


图 9 2010—2020 年罗甸县各乡镇连续暴雨次数分布
Fig. 9 Distribution of the number of continuous rainstorms in all town in Luodian County from 2010 to 2020

3 结论

通过对 1951—2020 年罗甸县、2010—2020 年罗甸县各乡镇暴雨的年际变化、各月分布、区域暴雨、连续暴雨、发生时段、空间分布等特征分析,得出以下结论:

①近 70 a 来,年暴雨日数呈缓慢增多趋势,在 1964 年发生了 1 次较明显的增多气候突变,UF 曲线在 2008 年后超过 0.05 显著水平置信线,表明罗

甸县年暴雨日数进入了 1 个显著增多阶段。近 11 a, 全县各乡镇总的年平均暴雨日数为 35.3 d, 最多年 52 d, 最少年 10 d, ≥ 28 d 的保证率为 82%。各乡镇总年暴雨日数呈缓慢增多趋势, 气候变化倾向率为 $0.23 \text{ d} \cdot \text{a}^{-1}$ 。在年际变化中, 具有 2 a 左右的连升或连降规律。

②暴雨发生最早日期为 3 月 3 日, 结束最晚日期为 12 月 15 日。暴雨集中发生在 5—9 月, 发生最多月份为 6 月, 近 70 a 罗甸县平均每年 1.3 d, 占全年暴雨日数的 36%, 近 11 a 各乡镇平均每年 13.4 d, 占全年暴雨日数的 44%, 其次是 7 月, 平均每年 6.0 d, 占全年暴雨日数的 20%; 5 月平均暴雨日数 5.3 d, 居全年第 3, 占全年暴雨日数的 17%; 1 月、2 月无暴雨, 是暴雨最少时段。

③区域暴雨平均每年发生 5.7 次, 最多年 10 次, 最少年 3 次。区域暴雨的气候变化倾向率为 $-0.22 \text{ 次} \cdot \text{a}^{-1}$, 近 11 a 来, 区域暴雨次数缓慢减少。

④在连续性暴雨中, 连续 2 d 发生大暴雨共 1 次; 先发生暴雨、后发生大暴雨共 2 次; 先发生大暴雨、后发生暴雨共 3 次。连续暴雨次数分布总体为以西北部到东南部为多值轴心, 两侧较少, 在西北部存在多值中心。

⑤暴雨多发生在夜间, 近 70 a 罗甸县暴雨夜间降水量 $\geq 50.0 \text{ mm}$ 日数占全部日数的 67%, 白天降水量 $\geq 50.0 \text{ mm}$ 日数占全部日数的 12%; 近 11 a 各乡镇夜间占 65%, 白天占 12%。其中, 大暴雨以上量级降水绝大多数发生在夜间, 近 70 a 罗甸县夜间占 93%, 白天占 7%, 近 11 a 各乡镇夜间占 91%, 白天占 9%。

⑥近 70 a, 罗甸县年暴雨日数存在 3 a、8 a、12 a 周期振荡。年大暴雨日数存在准 7 a、2~3 a 周期振荡。近 11 a 各乡镇总年暴雨日数、区域暴雨次数均存在 3 a 周期振荡, 2011 年、2014 年、2017 年、2020 年是偏多期和偏少期的更替点。

⑦降水强度等级从北向南逐级减小, 与罗甸县略呈“撮箕口”朝南地形较一致, 从西北、北、东北向南逐级减小, 在西部、东北部存在较稳定的 2 个极端暴雨中心。

⑧各乡镇年平均暴雨日数存在 2 个多值区(西北部、东南部)和 1 个少值区(西南部), 木引镇年平均暴雨日数最多, 红水河镇最少。各月暴雨日数时空分布不同, 5 月南多北少; 6 月西北部到东南部为多值轴心, 两侧相对较少; 7 月中部为少值中心, 呈

椭圆形向四周增多; 8 月中部到西南部为少值中心, 呈拱桥形向两侧增多; 9 月北多南少, 与 5 月南多北少分布正好相反。

⑨通过对比分析可知, 1951—2020 年罗甸县平均年暴雨日数、暴雨日数月分布、暴雨发生时段与近 11 a(2010—2020 年)平均年暴雨日数、暴雨日数月分布、暴雨发生时段特征高度相近, 故近 11 a(2010—2020 年)各乡镇的相关分析具有较好的代表性。

从以上分析可知, 近 70 a 罗甸县年暴雨日数、近 11 a 罗甸县各乡镇总年暴雨日数均缓慢增多, 区域暴雨次数逐渐减少。暴雨多发生在夜间, 6 月是暴雨多发期。西部在年暴雨日数、暴雨强度、连续暴雨次数及连续暴雨降水量均居全县首位, 在天气预报、防汛工作中应重点关注和防范。

参考文献

- [1] 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, 4(3): 17—21.
- [2] 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, 33(3): 9—11.
- [3] 李顺会, 周华平. 晴隆县暴雨时空分布特征分析[J]. 贵州气象, 2006, 30(3): 28—29.
- [4] 梁亮. Surfer 软件在气象主分量分析中的应用[J]. 浙江气象, 2005, 26(3): 29—33.
- [5] 黄长虹, 高志, 余啸海. MATLAB 小波分析工具箱原理与应用[M]. 北京: 国防工业出版社, 2004.
- [6] 曹洁萍, 迟道才, 武立强, 等. Mann-Kendall 检验方法在降水趋势分析中的应用研究[J]. 农业科技与装备, 2008, 179(5): 35—37.
- [7] 曾妮. 安顺市大暴雨的时空分布特征与物理量分析[J]. 中低纬山地气象, 2020, 44(6): 66—70.
- [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] 王君军, 周林, 陈海凤, 等. 近 56 a 贵阳市暴雨气候特征分析[J]. 中低纬山地气象, 2020, 44(5): 67—71.
- [10] 左洪超, 吕世华, 胡隐樵. 中国近 50 a 气温及降水量的变化趋势分析[J]. 高原气象, 2004, 23(2): 238—244.
- [11] 伍红雨, 王谦谦. 近 49 a 贵州降水异常的气候特征分析[J]. 高原气象, 2003, 22(1): 65—70.
- [12] 魏凤英. 现代气候统计诊断与预测技术[M]. 北京: 气象出版社, 1999.
- [13] 施能. 气象统计预报[M]. 北京: 气象出版社, 2009.
- [14] 王伯年, 王宏光, 杨志勇. 用 Fortran 和 Excel 的联合方法绘制科技图线[J]. 计算机工程与设计, 2008, 29(15).
- [15] 罗甸县气象局. 罗甸县农业气候区划[M]. 1985. 12.