

榕江县近40年降水变化特征分析

胡贵黄^{1*}, 黄承勇¹, 杨胜忠^{2#}

¹榕江县气象局, 贵州 榕江

²黔东南州气象局, 贵州 凯里

收稿日期: 2024年5月30日; 录用日期: 2024年6月29日; 发布日期: 2024年7月5日

摘要

采用趋势分析、Mann-Kendall突变检验和小波分析等方法对榕江县1981~2020年近40a降水数据进行分析, 通过年季月降水量、降水日数及强降水等关键指标进行详细研究得出: 榕江县近40a年降水量呈缓慢上升趋势, 年际变化递增率为61 mm/10a; 各季度变化趋势不同, 除冬季呈缓慢下降趋势外, 其余均为上升趋势, 夏季上升趋势最为显著, 递增率为40 mm/10a。各月降水分布极为不均, 多雨月份主要出现在5~8月。榕江县近40a年降水量年际变化没有发生突变, 周期性变化规律也不显著。暴雨日数及年最大日降水量、小时雨强和10分钟雨强均呈上升趋势。

关键词

榕江, 降水, Mann-Kendall突变, 小波分析, 变化趋势

Analysis of Precipitation Variation Characteristics in Rongjiang County over the Past 40 Years

Guihuang Hu^{1*}, Chengyong Huang¹, Shengzhong Yang^{2#}

¹Rongjiang County Meteorological Bureau, Rongjiang Guizhou

²Qiandongnan Prefecture Meteorological Bureau, Kaili Guizhou

Received: May 30th, 2024; accepted: Jun. 29th, 2024; published: Jul. 5th, 2024

Abstract

The precipitation data of Rongjiang County from 1981 to 2020 were analyzed using trend analysis,

*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 胡贵黄, 黄承勇, 杨胜忠. 榕江县近40年降水变化特征分析[J]. 气候变化研究快报, 2024, 13(4): 786-792.

DOI: 10.12677/ccrl.2024.134090

the Mann-Kendall mutation test, and wavelet analysis. Based on the study of key indicators such as annual, seasonal, and monthly precipitation, as well as the number of precipitation days and instances of heavy precipitation, it is concluded that the annual precipitation in Rongjiang County has been slowly rising over the past 40 years, with an annual increase rate of 61 mm/10a. The trends vary across seasons; except for a slow decline in winter, all other seasons show an upward trend, with the most significant increase in summer, at an annual rate of 40 mm/10a. The monthly distribution of precipitation is extremely uneven, with the wettest months primarily from May to August. The interannual variation of precipitation in Rongjiang County over the past 40 years has not undergone a sudden change, and the periodic variation pattern is not significant. The number of rainstorm days, annual maximum daily precipitation, hourly rainfall intensity and 10 minute rainfall intensity all show an upward trend.

Keywords

Rongjiang, Precipitation, Mann-Kendall Mutation, Wavelet Analysis, Trend of Change

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

降水对自然环境、生态系统、农业生产、社会经济、人类生活等方面有着广泛而深远的影响。随着未来全球气候变暖进一步加剧,极端热事件、强降水、农业生态干旱的强度和频次以及强台风(飓风)比例等将增加,越罕见的极端天气气候事件,其发生频率百分比将增大[1]。降水的研究较多[2]-[6],结论多为近几十年来,西南地区降水量呈减小趋势。榕江县隶属于贵州省黔东南苗族侗族自治州,靠近广西壮族自治区,地理坐标位于东经 108°04'~108°44',北纬 25°26'~26°28'之间,属山地地形,境内主要河流为都柳江,属西江支流。降水特征直接影响到工农业生产、区域水文循环、生态系统服务及人们生活状况。近几十年来,全球及区域气候变异性加剧,对地方降水模式产生了显著影响。本研究旨在通过对榕江县近 40a 的降水数据进行系统分析,揭示其时间变化特征,为适应气候变化、水资源管理和气象灾害防控提供科学参考。

2. 资料与方法

2.1. 资料

资料来源于榕江县气象局,采用榕江县国家基本气象观测站 1981~2020 年间逐日降水记录,确保数据的连续性和完整性。分析的数据主要包括年降水量、季降水量、月降水量、雨日数、强降水等。

2.2. 分析方法

气候数据分析的方法较多[7],文章主要采取统计分析法,包括趋势分析、Mann-Kendall 突变检验[8][9]和小波分析[10][11]。统计分析法指运用描述性统计、时间序列分析、回归分析、相关性分析、趋势分析等方法,揭示气候要素的时间演变规律、季节性、周期性特征以及与其他因素的关联。趋势分析法采用线性回归模型评估年、季及月尺度降水总量的长期趋势。Mann-Kendall 突变检验是一种广泛应用在气象学、气候学、水文学、生态学等领域的时间序列数据分析方法,由 Mann 于 1945 年首次提出,后来 Kendall 在 1975 年对其进行了推广和改进。该方法旨在确定一个连续时间序列数据是否存在单向的单调

趋势(上升、下降或无趋势),以及在序列中是否存在明显的趋势转折点(突变点)。小波分析用于信号处理、图像分析、数据分析等领域,能够在不同尺度(对应不同的频率范围)和位置(对应时间轴上的位置)对信号进行详尽的分解和描述。文章主要用于分析时间序列的周期性。

3. 分析结果

3.1. 年季趋势

1981~2020年榕江县近40a年降水量呈缓慢上升趋势,见图1(a),年际变化递增率为61 mm/10a,与西南地区 and 贵州省变化趋势相反。年平均降水量为1213.7 mm,最大值出现在2015年,为1738.9 mm,最小值出现在2003年,为824.6 mm,年际变化振幅较大,为914.3 mm。从年距平值来分析,见图1(b),近40a,共出现22次负距平,平均值为-188.5,最小值为-389.1,出现18次正距平,平均值为230.5,最大值为525.2,正负距平值之间差值较大。1983~1987年、2009~2014年负距平连续年,表示这个期间为少雨年份,2015~2020年为连续正距平年,表示这个期间处于多雨年份。其余时段为正负距平频繁交替年。

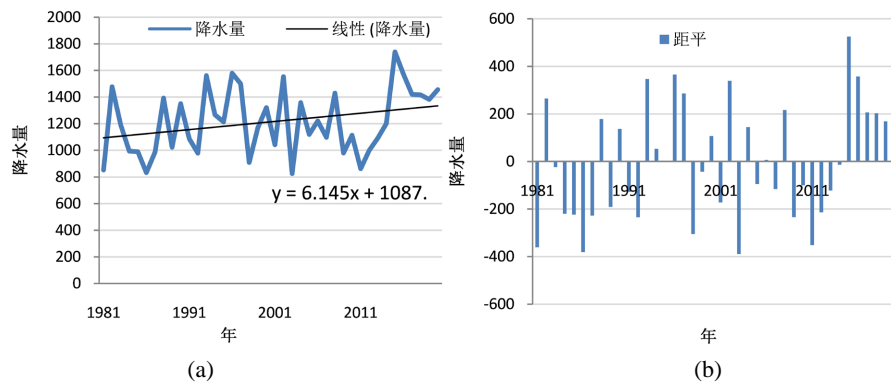


Figure 1. Annual precipitation trend in Rongjiang County. (a) Annual variation; (b) Annual anomaly
图1. 榕江县年降水变化趋势图。(a) 年变化; (b) 年距平

1981~2020年榕江县近40a各季降水分布不均,夏季最多,平均值为521.0 mm,最多出现在1988年,852.0 mm,最少年出现在2003年,154.6 mm;其次是春季,平均值为656.7 mm,再次是秋季,为213.7 mm,最少是冬季,为109.2 mm,见图2(a)。近40a各季度变化趋势不同,除冬季呈缓慢的下降趋势外,其余均为上升趋势,夏季上升趋势最为显著,递增率为40 mm/10a。

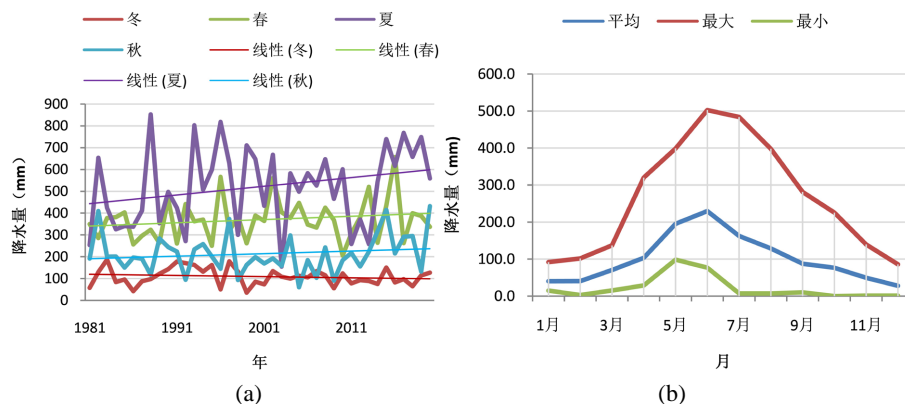


Figure 2. Seasonal and monthly precipitation trend in Rongjiang County. (a) Season; (b) Month
图2. 榕江县季月降水变化趋势图。(a) 季; (b) 月

榕江县近 40a 各月平均降水分布极为不均, 见图 2(b)。多雨月份主要出现在 5~8 月, 最大 6 月, 为 229.7 mm, 最少月份为 12 月 28.1 mm, 最多月与最少月之间相差超过 200 mm; 历年各月最大降水量同样出现在 6 月, 为 502.7 mm, 最小值出现在 12 月; 历年各月最小降水量均小于 100 mm, 除了 5~6 月, 其余各月均低于 20 mm, 发生干旱的可能性极大。

3.2. 突变分析

Mann-Kendall 检验分析, 置信区间取 $[0, 0.01]$, 即 $\alpha = 2.56$, 结果显示, 见图 3, 榕江县近 40a 年降水时间序列在 1981~1993 和 2002~2018 年呈减少趋势, 其余时段呈增加趋势, 但这种变化趋势较小, 没有发生突变。

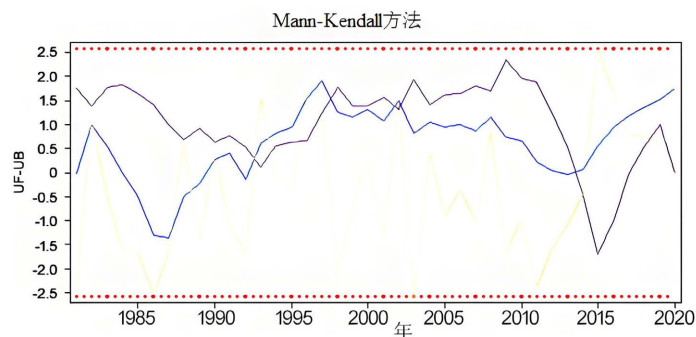


Figure 3. Analysis of sudden changes in annual precipitation in Rongjiang County
图 3. 榕江县年降水量突变分析

3.3. 周期性特征

小波分析揭示了降水在时间尺度上的周期性变化规律, 通过榕江县近 40a 年降水量小波分析作图, 见图 4。由图可知, 榕江县近 40a 年降水量周期性变化规律不显著, 在 80 年代主要存在 7a 左右的准周期, 在 2000 年前后呈 6a 的准周期, 在 2010 年后呈 10a 的准周期。

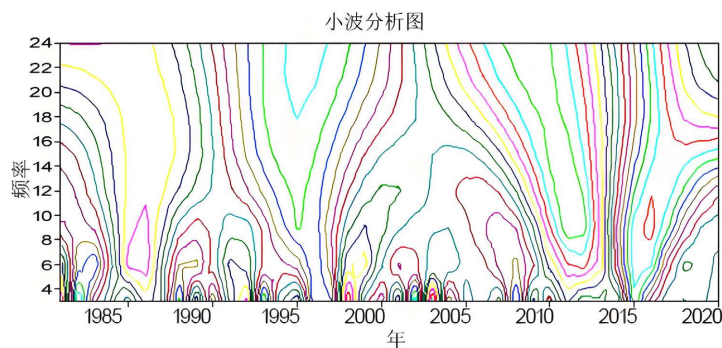


Figure 4. Wavelet analysis of precipitation in Rongjiang County over the past 40 years
图 4. 榕江县近 40a 年降水量小波分析图

3.4. 雨日数

榕江县近 40a 雨日数较多, 见图 5(a), 日降水量 ≥ 0.1 mm 的日数平均为 156.8 d, 最多为 186 d, 约占全年的 1/2, 最少为 123 d, 约占全年的 1/3; 日降水量 ≥ 5 mm 的日数平均为 55.9 d, 最多为 77 d, 最少为 41 d; 日降水量 ≥ 50 mm 的日数平均为 3.2 d, 最多为 9 d, 最少为 0 d; 日降水量 ≥ 100 mm 的日数

平均为 0.3 d，最多为 2 d，最少为 0 d。榕江县近 40a 最长连续降水日数和最长连续无降水日数变化趋势不明显，但各年际之间变化较大，见图 5(b)。

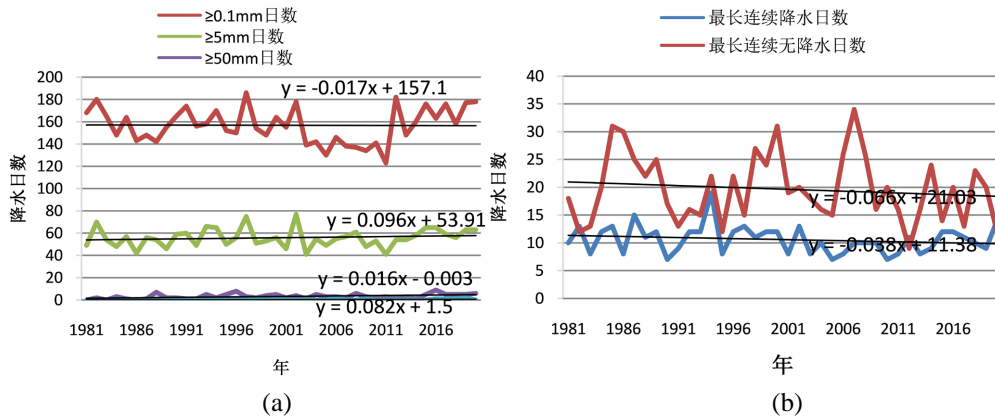


Figure 5. Rainy days of different precipitation levels in Rongjiang County
图 5. 榕江县各降水级别雨日数

通过对榕江县暴雨日数 Mann-Kendall 检验分析发现，暴雨日数从 1987 年以后，有变多的趋势，突变点位于 1995 年，并通过检验，见图 6。在全球气候变暖的大背景下，暴雨多发、频发的现象在榕江县表现得较为一致。

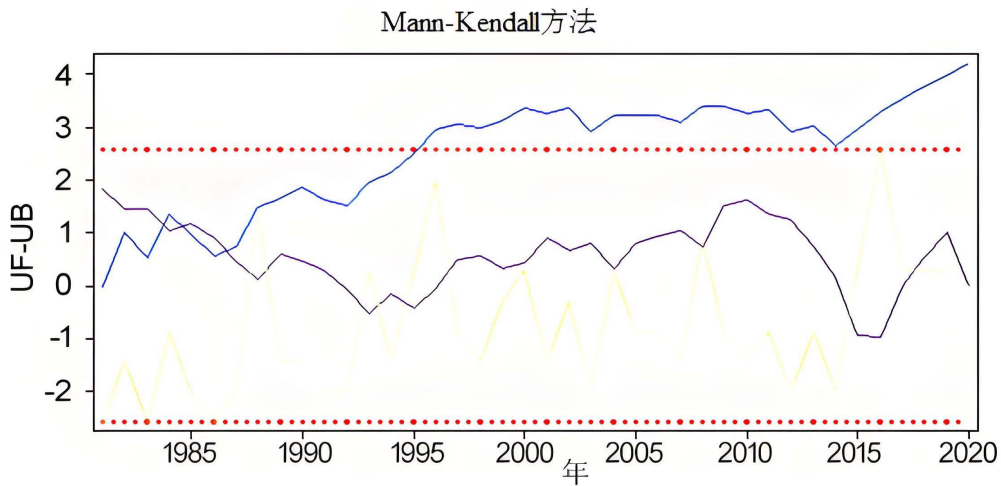


Figure 6. Catastrophe analysis of rainstorm days in Rongjiang County in recent 40 years
图 6. 榕江县近 40a 暴雨日数突变分析

3.5. 强降水

强降水的研究主要是对年最大日降水量、小时雨强和 10 分钟雨强进行研究，见图 7。榕江县近 40a 年日最大降水量呈上升趋势，平均值为 84.0 mm，最大为 212.1 mm，出现在 2000 年，最小年为 48.1 mm，出现在 1986 年，未达到暴雨量级。年最大小时雨强呈上升趋势，平均为 46.2 mm，最大为 83 mm，出现在 2009 年，最小为 24.4 mm，出现在 1989 年。年 10 分钟雨强同样呈缓慢上升趋势，最大值平均为 18.6 mm，最大为 26.5 mm，最小为 10.9 mm。

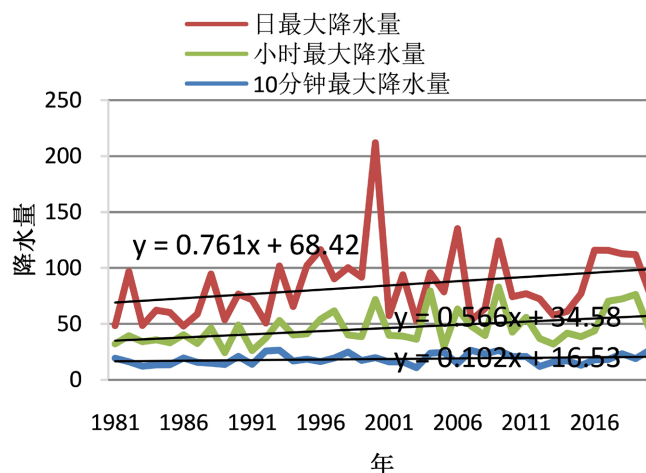


Figure 7. Trend of heavy precipitation in Rongjiang County over the past 40 years
图 7. 榕江县近 40a 强降水变化趋势图

4. 结论及讨论

文章采用趋势分析、Mann-Kendall 突变检验、小波分析等方法对榕江县 1981~2020 年近 40a 降水资料进行分析, 得出如下结论:

(1) 榕江县近 40a 年降水量呈缓慢上升趋势, 年际变化递增率为 61 mm/10a; 各季度变化趋势不同, 除冬季呈缓慢下降趋势外, 其余均为上升趋势, 夏季上升趋势最为显著, 递增率为 40 mm/10a。各月降水分布极为不均, 多雨月份主要出现在 5~8 月, 除 5~6 月外, 其余各月均有出现干旱的风险。

(2) 通过 Mann-Kendall 突变分析和小波分析得出, 榕江县近 40a 年降水量年际变化不显著, 没有发生突变现象, 周期性变化规律也不显著。暴雨日数从 1987 年以后, 出现由少变多的趋势, 并发生突变, 拐点位于 1995 年。榕江县近 40a 年最大日降水量、小时雨强和 10 分钟雨强均呈上升趋势。

(3) 在全球气候变暖的大背景下, 榕江县近 40a 年降水量与西南地区降水趋势相反, 呈增加趋势, 强降水、极端降水的强度和频次与西南地区较一致, 都有所增加。降水对区域水资源、生态环境、农业生产及灾害风险等的影响也将越来越重要, 未来将要积极应对降水带来的不利影响, 趋利避害, 让水资源更好地服务于社会。

基金项目

黔东南州科技计划项目(黔东南科合 J 字[2023]123 号); 贵州省气象局省市联合科研基金项目(黔气科合 SS[2023]33 号)。

参考文献

- [1] 周波涛, 钱进. IPCC AR6 报告解读: 极端天气气候事件变化[J]. 气候变化研究进展, 2021, 17(6): 713-718.
- [2] 高焕昕, 毛文书, 师春香, 等. 近 60a 西南雨季降水变化特征[J]. 成都信息工程大学学报, 2022, 37(1): 88-95.
- [3] 汪靖, 张少波, 袁利平. 西南地区极端降水变化特征分析[J]. 气象科技进展, 2021, 11(6): 31-37.
- [4] 刘博, 陈活泼, 华维. 基于 RegCM4 模式的我国西南地区极端降水变化预估研究[J]. 大气科学学报, 2023, 46(2): 180-192.
- [5] 罗阳欢, 白慧, 陈早阳, 等. 贵州省汛期降水特征及强降水过程分型研究[J]. 山地气象学报, 2024, 48(1): 46-53.
- [6] 刘炜, 焦树林, 李银久, 等. 贵州省 1960-2019 年不同地貌类型降水时空特征[J]. 水土保持研究, 2021, 28(5): 159-171.

- [7] 魏凤英. 现代气候统计诊断与预测技术[M]. 第2版. 北京: 气象出版社, 2007.
- [8] 陈奔月. 基于 Mann-Kendall 方法的闽江流域降水趋势分析[J]. 陕西水利, 2024(1): 30-33.
- [9] 史红波. 基于 Mann-Kendall 和小波功率谱的丹东市近 35 年降水量变化特征解析[J]. 水利技术监督, 2023(4): 106-109.
- [10] 宁婧, 张高健, 张丹, 等. 基于小波分析的鄂邑近 60 年降水量变化特征[J]. 陕西气象, 2023(6): 41-46.
- [11] 曾广建. 基于小波变换的螺河径流、降水和蒸发时频变化及相关性分析[J]. 广东水利水电, 2023(8): 17-23.