

# 丹寨县近50a气温及降水变化特征分析

潘虹旭<sup>1\*</sup>, 毛倩<sup>2</sup>, 白慧<sup>2#</sup>

<sup>1</sup>丹寨县气象局, 贵州 丹寨

<sup>2</sup>黔东南州气象局, 贵州 凯里

收稿日期: 2022年8月14日; 录用日期: 2022年9月12日; 发布日期: 2022年9月20日

## 摘要

为进一步认识丹寨县气温和降水气候背景, 更好地开发利用山地气候资源, 本文使用Morlet小波分析方法, 对1972~2021年丹寨县年平均气温和年降水量变化特征进行分析。结果表明: 近50a丹寨县年平均气温和年降水量总体呈上升趋势, 年平均气温在变化过程中存在着29a、13a以及6a的准周期。在29a尺度上出现了冷-暖交替的准3次震荡, 在13a时间尺度上存在准6次震荡, 6a时间尺度上存在准12次震荡。年降水量在变化过程中的第一主周期为38a, 该尺度周期波动能量最强, 在38a时间尺度上大约经历了2个丰-枯转换期。从6a、22a时间尺度来看, 降水变化和气温变化位相大致相反, 即呈干暖、冷湿结构排列。从13a、29a、38a时间尺度来看, 降水变化和气温变化位相大致相同, 即呈干冷、暖湿结构排列。

## 关键词

丹寨县, 年平均气温, 年降水量, 小波分析

# Analysis of Temperature and Precipitation Variation Characteristics in Danzhai County in Recent 50 Years

Hongxu Pan<sup>1\*</sup>, Qian Mao<sup>2</sup>, Hui Bai<sup>2#</sup>

<sup>1</sup>Danzhai County Meteorological Bureau, Danzhai Guizhou

<sup>2</sup>Qiandongnan Meteorological Bureau, Kaili Guizhou

Received: Aug. 14<sup>th</sup>, 2022; accepted: Sep. 12<sup>th</sup>, 2022; published: Sep. 20<sup>th</sup>, 2022

## Abstract

In order to further understand the climate background of temperature and precipitation in Danz-

\*第一作者。

#通讯作者。

hai county and better develop and utilize mountain climate resources, this paper used Morlet wavelet analysis method to analyze the change characteristics of annual average temperature and annual precipitation in Danzhai county from 1972 to 2021. The results show that the annual average temperature and annual precipitation in Danzhai county have an overall upward trend in the past 50 years, and there are quasi cycles of 29a, 13a and 6a in the change process of the annual average temperature. There are quasi-3 cold warm oscillations on the 29a scale, quasi-6 oscillations on the 13a time scale and quasi-12 oscillations on the 6a time scale. The first main period of annual precipitation in the change process is 38a, and the fluctuation energy of this scale period is the strongest, and it has experienced about two wet dry transition periods on the 38a time scale. From the time scale of 6a and 22a, the phase of precipitation change and temperature change is roughly opposite, that is, it is arranged in a dry warm, cold wet structure. From the time scales of 13a, 29a and 38a, the phase of precipitation change and temperature change is roughly the same, that is, it is arranged in a dry cold, warm and wet structure.

## Keywords

Danzhai County, Annual Average Temperature, Annual Precipitation, Wavelet Analysis

Copyright © 2022 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

小波分析的核心是多分辨率分析，它不仅给出气候序列变化的尺度，还可以显示出各频率随时间的变化以及不同频率之间的关系，并且具有分析函数奇异性的能力，可以用来分析气候变化中的突变。目前小波分析已广泛用于气温变化分析、降水变化分析、多尺度分析等，并取得了一些成果[1]-[8]。

丹寨县地处东经 107°44'~108°08'、北纬 26°05'~26°26'之间，位于贵州省东南部，雷公山西南麓，境内地势东北高，西南低，山地面积占总面积 76%，为长江、珠江两大流域的清水江、都柳江水系上游分水岭，属亚热带季风湿润气候区，气候资源多样，光照少，雨、雾日多，夏季多暴雨，降水时空分布不均等山地气候特征明显。由于特殊的地理位置和复杂多变的地形地貌特征，暴雨、冰雹、干旱、雪凝等气象灾害及其引发的次生和衍生灾害频频发生，给人民群众的生命财产安全和生产生活带来严重威胁。因此，本文利用 1972~2021 年丹寨县近 50a 年平均气温和年降水量资料，对丹寨县的气温、降水的变化特征及规律进行分析研究，以期找出其多尺度演变特征，有助于对丹寨县气候背景的充分认识和了解，对合理开发和利用丹寨县气候资源提供决策参考。

## 2. 资料与方法

选用丹寨县 1972~2021 年的年平均气温和年降水量资料，首先计算它们的距平值，再利用距平时间序列的小波变换分析方法来研究气温、降水的时间变化特征和规律。

## 3. 时间序列变化特征

丹寨县 1972~2021 年平均气温和年降水量时间序列趋势利用线性回归法表征，从图 1(a)可看出，近 50a 丹寨县气温总体呈上升趋势，倾斜率为 0.022℃/a，气温在研究时阈内呈现出波动变化趋势，大幅度的冷暖交替变化比较频繁，有较长时间的持续偏冷或偏暖。在 1979 年、1987 年、1998 年和 2016 年存在

明显峰值,平均气温达到 15℃、15.3℃、15.5℃、15.8℃,较历史平均偏高 0.1℃~0.9℃;在 1976 年、1984 年、1996 年、2012 年存在谷值,平均气温低至 13.9℃、13.6℃、14.3℃、14.2℃,较历史平均偏低 0.6℃~1.3℃。

由图 1(b)可知,降水量总体呈上升趋势,倾斜率为 4.711 mm/a,并呈现出波动变化,在 1979 年、1996 年、2008 年和 2020 年存在明显峰值,年降水量达到 1860.1 mm、1782.7 mm、1771 mm、2177.9 mm,较历史平均高出 22%~50%;在 1981 年、1989 年、2003 年、2009 年存在谷值,年降水量仅有 1070.8 mm、1073.5 mm、987 mm、1039.1 mm,较历史平均低于 26%~32%。多年平均降水量为 1452 mm,其中有 25 年降水量高出平均值,有 25 年低于平均值。

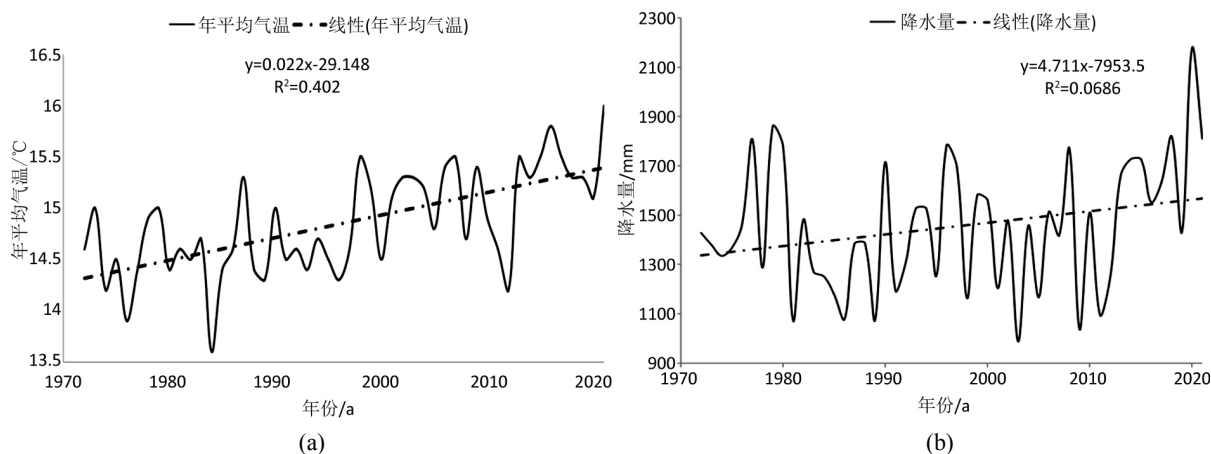


Figure 1. The change trend of (a) Annual average temperature, (b) Annual precipitation in Danzhai County

图 1. 丹寨县历年平均气温(a) 年降水量(b)的变化趋势

## 4. 周期性变化特征

对丹寨县年平均气温、年降水量进行小波分析,用以揭示丹寨县年平均气温、年降水量变化的周期性规律。小波系数实部等值线图能反映年平均气温、年降水量统计序列不同时间尺度的周期变化及其在时间域中的分布,进而能判断在不同时间尺度上,时间序列的变化趋势。信号强弱用等值线的大小来表示,小波系数实部等值线中心为正,表示该年份气温偏高(降水偏多),为负则表示该年份气温偏低(降水偏少)。小波方差图能反映年平均气温、年降水量时间序列的波动能量随时间尺度的分布情况,可用来确定序列演化过程中存在的主周期。

### 4.1. 年平均气温时间周期性变化特征

由小波系数实部等值线图 2(a)可知,丹寨县年平均气温在变化过程中存在着 20~40a, 8~20a 以及 3~6a 左右的 3 个尺度的周期变化规律。其中,在 20~40a 尺度上出现了冷-暖交替的准 3 次震荡,在 1990 年之后较为明显;在 8~20a 时间尺度上存在准 6 次震荡,3~6a 时间尺度上存在准 12 次震荡。

由小波系数方差图 2(b)可知,丹寨县年平均气温周期存在 3 个比较明显的峰值,分别对应着 6、13、29a 的时间尺度,表明这 3 个周期为丹寨县近 50a 气温波动能量最强烈的周期。其中,29a 时间尺度为第一峰值,该尺度周期波动能量最强,对丹寨县年平均气温的周期变化影响最强烈,为年平均气温变化的第一主周期,13a 时间尺度对应着第二峰值,为年平均气温变化的第二主周期,6a 时间尺度对应着第三峰值,为年平均气温变化的第三主周期。

根据小波方差检验的结果,绘制控制年平均气温变化的第一、第二和第三主周期小波系数(图 3)。从主周期趋势图中我们可以分析出在不同的时间尺度下,年平均气温存在的平均周期及冷-暖变化特征。

在 29a 特征时间尺度上(图 3(a)), 年平均气温变化的平均周期为 19a 左右, 大约经历了 2 个暖 - 冷转换期; 而在 13a 特征时间尺度上(图 3(b)), 年平均气温的平均变化周期为 8~10a, 大约 5 个周期的冷 - 暖变化, 而在 6a 特征时间尺度上(图 3(c)), 年平均气温的平均变化周期为 4a, 大约 12 个周期的暖 - 冷变化。

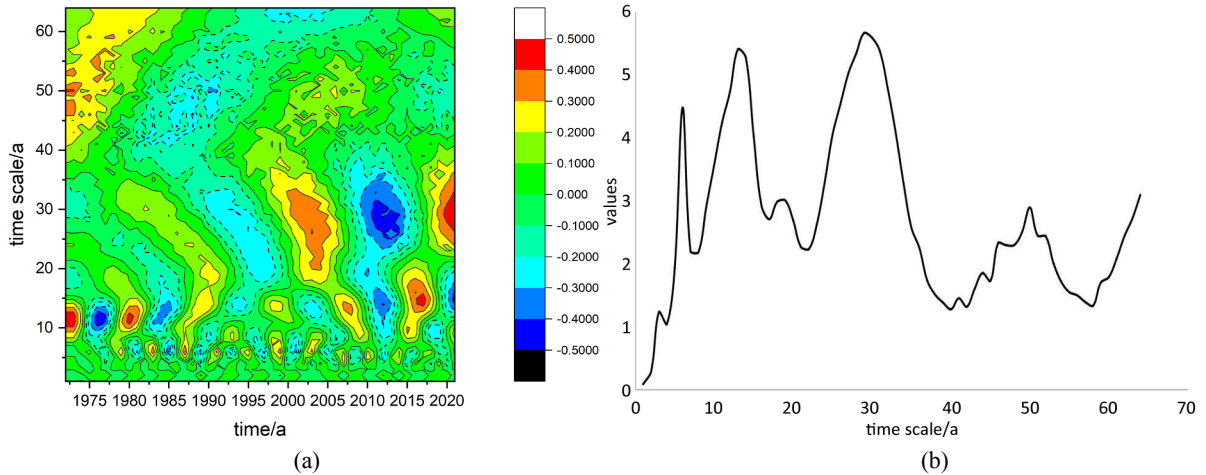


Figure 2. Wavelet analysis of annual average temperature  
图 2. 年平均气温小波分析

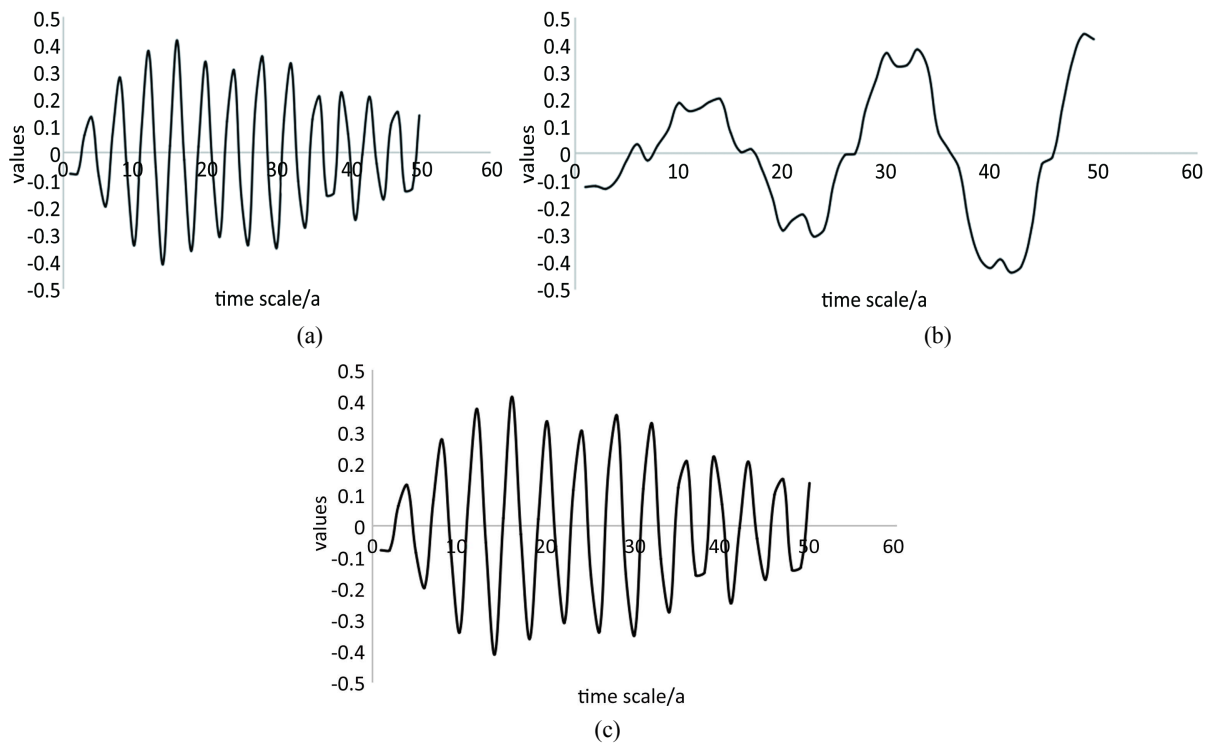


Figure 3. Annual average temperature wavelet coefficients of first main period (a), second main period (b) and third main period (c) in Danzhai County

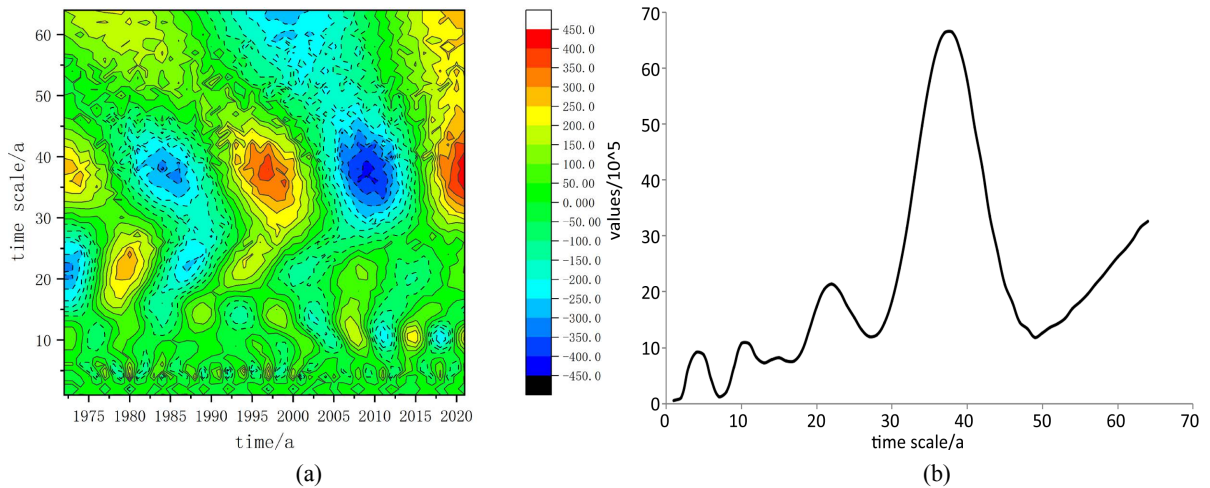
图 3. 丹寨县年平均气温变化的第一(a)、第二(b)和第三主周期(c)小波系数

#### 4.2. 年降水量时间周期性变化特征

由小波系数实部等值线图 4(a)可知, 丹寨县年降水量在变化过程中存在着 30~43a, 15~28a 以及 3~6a

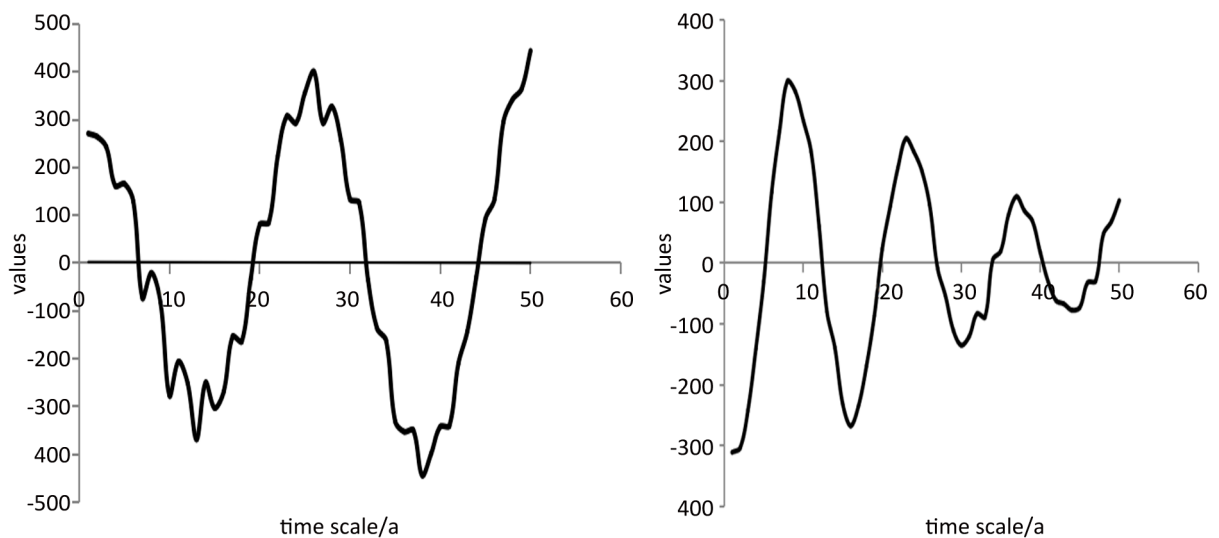
的 3 类尺度的周期变化规律。其中，在 30~43a 尺度上出现了丰 - 枯交替的准两次震荡；在 15~28a 时间尺度上存在准 4 次震荡。其中，30~43a 尺度上的周期变化在整个分析时段表现的非常稳定，具有全域性，15~28a 时间尺度上的周期变化在 1998 年以前较为明显。

由小波系数方差图 4(b)可知，丹寨县年降水变化周期存在 2 个比较明显的峰值，分别对应着 38a、22 a 的时间尺度，表明这 2 个周期为丹寨县近 50a 降水波动能量最强烈的周期。其中，38a 时间尺度为第一峰值，该尺度周期波动能量最强，对丹寨县年降水量的周期变化影响最强烈，为年降水量变化的第一主周期，22a 时间尺度对应着第二峰值，为年降水量变化的第二主周期。



**Figure 4.** Wavelet analysis of annual precipitation  
**图 4.** 年降水量小波分析

根据小波方差检验的结果，绘制控制年降水量变化的第一和第二主周期小波系数图。从主周期趋势图中我们可以分析出在不同的时间尺度下，年降水量存在的平均周期及丰 - 枯变化特征。图 5(a)显示，在 38a 特征时间尺度上，年降水量变化的平均周期为 25a 左右，大约经历了 2 个丰 - 枯转换期；而在 22a 特征时间尺度上(图 5(b))，年降水量的平均变化周期为 14~15a 左右，大约 3 个周期的丰 - 枯变化。

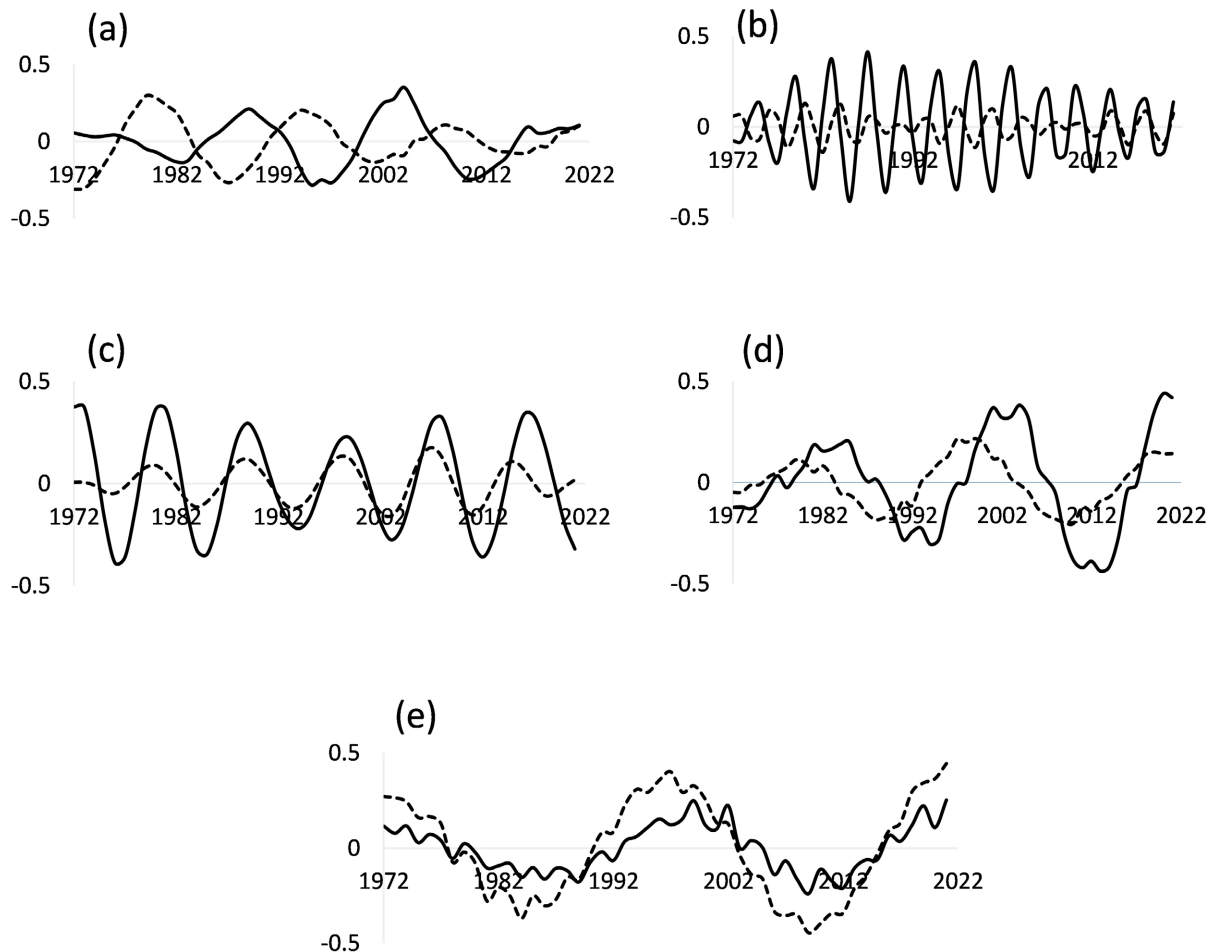


**Figure 5.** Annual precipitation wavelet coefficients of first main period (a) and second main period (b) in Danzhai County  
**图 5.** 丹寨县年降水量变化的第一(a)和第二主周期(b)小波系数



## 5. 丹寨县气温与降水的尺度变化关系

图6分别为38a、29a、22a、13a和6a尺度时气温和降水小波系数的变化,从22a、6a时间尺度来看,降水变化和气温变化位相大致相反,即呈干暖、冷湿结构排列。从13a、29a、38a时间尺度来看,降水变化和气温变化位相大致相同,即呈干冷、暖湿结构排列,但两者位相并不是严格相差 $180^\circ$ ,降水变化的逆位相滞后于气温变化。



**Figure 6.** The change tendencies of precipitation (solid line) and temperature (dashed line) on 22a (a), 6a (b), 13a (c), 29a (d) and 38a (e) scales

**图6.** 时间尺度为22(a)、6(b)、13(c)、29(d)和38年(e)的降水(实线)和气温(虚线)的变化趋势

## 6. 结论

1) 近50a丹寨县年平均气温总体呈上升趋势,倾斜率为 $0.022^\circ\text{C}/\text{a}$ ,存在着29a、13a以及6a的准周期。其中,在29a特征时间尺度上,大约经历了2个暖-冷转换期,平均变化周期为19a左右;而在13a特征时间尺度上,大约经历了5个周期的冷-暖变化,平均变化周期为8~10a,而在6a特征时间尺度上,大约经历了12个周期的暖-冷变化,平均变化周期为4a。

2) 近50a丹寨县年降水量呈上升趋势,倾斜率为 $4.711\text{ mm}/\text{a}$ ,存在着38a以及22a的准周期。其中,在38a特征时间尺度上,年降水量变化的平均周期为25a左右,大约经历了2个丰-枯转换期;而在22a特征时间尺度上,年降水量的平均变化周期为14~15a左右,大约3个周期的丰-枯变化。

3) 从 22a、6a 时间尺度来看, 降水变化和气温变化位相大致相反, 即呈干暖、冷湿结构排列, 从 13a、29a、38a 时间尺度来看, 降水变化和气温变化位相大致相同, 即呈干冷、暖湿结构排列。

## 基金项目

黔东南州科技计划项目“基于区域自动站的黔东南‘两山’地区致灾暴雨研究”(黔东南科合基础[2022]09号)。

## 参考文献

- [1] 付新荣. 海城市降水量时空变化分析[J]. 水土保持应用技术, 2022(1): 34-36.
- [2] 刘德, 李永华, 何卷雄. 重庆市夏季气温及降水变化的小波分析[J]. 高原气象, 2003, 22(2): 173-178.
- [3] 莫海清. 崇左市半个世纪的气温及降水气候特征分析[J]. 气象研究与应用, 2008(29): 25-26.
- [4] 春风, 李春兰, 包玉海. 近 57 年锡林浩特市气温与降水量变化的小波分析[J]. 内蒙古师范大学学报, 2013, 42(1): 47-52.
- [5] 万明波, 程智, 王文. 青藏铁路沿线气温和降水的小波分析[J]. 干旱气象, 2006, 24(4): 35-39.
- [6] 杜海波, 刑俊江, 刘延芬. 黑龙江省近 42a 来降水变化小波分析[J]. 黑龙江气象, 2010, 27(2): 15-18.
- [7] 刘云生, 黄国平, 王顺江. 西畴县近 48 年来降水及气温小波分析[J]. 云南地理环境研究, 2011, 23(2): 90-92.
- [8] 孟秀敬, 张士锋, 张永勇. 河西走廊 57 年来气温和降水时空变化特征[J]. 地理学报, 2012, 67(11): 1482-1492.