

江孜县近53年气候变化特征及突变分析

次仁德吉^{1*}, 扎西旺拉², 普布多吉^{3#}

¹西藏江孜县气象局, 西藏 日喀则

²西藏定结县气象局, 西藏 日喀则

³西藏自治区气候中心, 西藏 拉萨

收稿日期: 2023年12月1日; 录用日期: 2023年12月28日; 发布日期: 2024年1月4日

摘要

利用江孜县1970~2022年国家气象观测站年平均气温、平均最高气温、平均最低气温、年平均降水量和平均日照时数等气象资料, 通过一元线性趋势、Mann-Kendall趋势和突变检验等方法分析, 对江孜县近53年气候变化特征进行分析。结果表面: 近53年来江孜县年平均气温、平均最高最低气温呈显著上升趋势, 其线性趋势率分别为0.311/10a、0.242/10a、0.354/10a, 通过了0.10显著性检验水平, 年平均最低气温线性趋势率为最大, 升温最为显著; 突变时间分别在2000年、2001年和2002年。年平均降水量呈下降趋势, 波动幅度较大, 线性率为-3.164/10a, 未通过显著性水平, 也没有突变。年平均日照时数整体上呈现升高趋势, 线性率为13.162/10a, 未通过显著性检验水平, 突变时间为1990年。分析江孜县近53年气候变化特征分析, 为地方防灾减灾能力、农业生产和旅游产业发展提供理论科学依据, 从而提高气象服务水平。

关键词

气候变化, 气温, 降水量, 日照时数, 江孜

Climate Change Characteristics and Abrupt Change Analysis in Gyantse County in the Past 53 Years

Ciren Deji^{1*}, Zhaxi Wangla², Pubu Duoji^{3#}

¹Meteorological Bureau of Jiangzi County, Rikaze Xizang

²Meteorological Bureau of Dingjie County, Rikaze Xizang

³Climate Center of Tibet Autonomous Region, Lhasa Xizang

Received: Dec. 1st, 2023; accepted: Dec. 28th, 2023; published: Jan. 4th, 2024

*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 次仁德吉, 扎西旺拉, 普布多吉. 江孜县近 53 年气候变化特征及突变分析[J]. 气候变化研究快报, 2024, 13(1): 11-20. DOI: 10.12677/ccr.2024.131002

Abstract

Using meteorological data from the National Meteorological Observatory of Jiangzi County from 1970 to 2022, including annual average temperature, average maximum temperature, average minimum temperature, average annual precipitation, and average sunshine hours, the climate change characteristics of Jiangzi County in the past 53 years were analyzed using methods such as univariate linear trend, Mann Kendall trend, and mutation test. The results show that in the past 53 years, the annual average temperature and the average highest and lowest temperature in Jiangzi County have shown a significant upward trend, with linear trend rates of 0.311/10a, 0.242/10a, and 0.354/10a, respectively. They have passed the significance test level of 0.10, and the linear trend rate of the annual average lowest air temperature is the highest, with the most significant warming; The mutation occurred in 2000, 2001, and 2002, respectively. The annual average precipitation shows a downward trend with significant fluctuations, with a linear rate of $-3.164/10a$, which did not pass the significance level and did not show any sudden changes. The overall average annual sunshine hours show an upward trend, with a linear rate of 13.162/10a, which did not pass the significance test level, and the mutation time was in 1990. We analyze the characteristics of climate change in Jiangzi County over the past 53 years, provide theoretical and scientific basis for local disaster prevention and reduction capabilities, agricultural production, and tourism industry development, thereby improve the level of meteorological services.

Keywords

Climate Change, Temperature, Precipitation, Sunshine Hours, Jiangzi

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

江孜，藏语意为“胜利的顶峰，法王府顶”，曾名季阳岗、江喀孜、江卡尔孜。位于西藏自治区南部，雅鲁藏布江直流年楚河上游，处于东经 89°06′至 90°12′、北纬 28°30′至 29°18′，国土总面积 3800 平方公里，平均海拔 4200 米。以农业为主，主要农作物有青稞、小麦、豌豆、油菜等。年平均气温为 6.3℃，最高气温为 24.0℃，最低气温为 -18.6℃，平均降水量 312.9 mm，日照时数为 3110.7 h，最大风速 12.9 m/s，年气温低，昼夜温差大，干旱少雨，干湿季节分明。随着全球气候变暖，气候变化已成为国际社会关注的热点话题[1]，气候变化对人类的生产生活、自然环境、社会经济的发展都有着极为重要的影响[2]，气候变化问题已成为各国政府和科学界乃至普通民众普遍关心的问题，受到越来越多的关注[3]。国内诸多学者对气候变化特征已使用不同方法进行研究，侯永沛等[4]对贵南地区的气候变化特征分析，研究发现在夏季平均日照时数减少最显著，春、秋季增加较明显；蒋慧亮等[5]对 1991~2020 年黑龙江省极端气温变化特征分析，研究表明黑龙江省最高气温、最低气温、极端气温空间变化趋势明显，北部明显高于南部，低海拔地区明显高于高海拔地区，全省极端温度温差整体增减变化不明显；郭莉等[6]对 1961~2020 年近 60 年商洛市气温变化特征分析，结果表明近 60 年来商洛年平均气温、平均最高气温、平均最低气温的年际变化呈上升趋势，其中平均最高气温的线性倾向率最大；洛桑旺姆等[7]对 1980~2011 年西藏山南乃东气候变化特征分析，研究表明乃东平均气温 8.8℃，呈上升趋势，年总降水量为 389.0 mm，主要

集中在 6~9 月, 其中 7 月最多, 年总日照时数为 2934.8 h, 阳光充足; 戴睿等[8]对 1955~2007 年西藏地区 50 年气候变化特征进行分析, 研究表明四季和年平均气温、平均最高气温、平均最低气温具有显著增温趋势, 特别是平均最低气温尤其显著; 四季和年降雨量均有增加趋势。西藏江孜县素有“西藏青稞之家”和“粮仓”之称, 因此本文通过研究江孜县 1970~2022 年的年平均气温、平均最高最低气温、平均降水量、平均日照时数等年际变化, 探讨其历史演变趋势及年代变化特征, 为当地政府提供防灾减灾理论科学的决策依据, 有效防御农业气象灾害, 从而提高气象服务水平。

2. 资料来源与研究方法

本文气象资料来自西藏江孜县国家地面气象观测站 1970~2022 年的年平均气温、平均最高最低气温、平均降水量和年均日照时数等气象资料, 对江孜县气象要素年际和年代变化特征进行分析。采用一元线性趋势分析对江孜县气候变化特征进行分析, 用世界气象组织(WMO) Mann-Kendall 突变检验方法[9], 对年平均气温、年平均最高气温、年平均最低气温、年平均降水量和年平均日照时数等发生突变年进行判断和检验。

3. 结果与分析

3.1. 年际和年代变化趋势

3.1.1. 年平均气温的变化特征

1970~2022 年平均气温变化特征进行分析表明(图 1), 江孜县年平均气温总体呈显著上升趋势, 升温比较显著, 趋势比较稳定, 从 1970 年的平均气温 4.8℃上升到 2022 年的 6.7℃, 倾向率为 0.311/10a, $R^2 = 0.6004$ 通过 0.10 显著性检验水平。江孜县年平均气温为 5.3℃, 最大值出现于 2021 年, 为 6.8℃, 最小出现于 1971 年, 为 4.3℃, 差值达 2.5℃, 1991~2010 年江孜县年平均气温呈直线上升趋势, 2010~2014 年呈下降趋势, 2014 年开始呈上升趋势, 且 2021 年年平均气温达到最大。

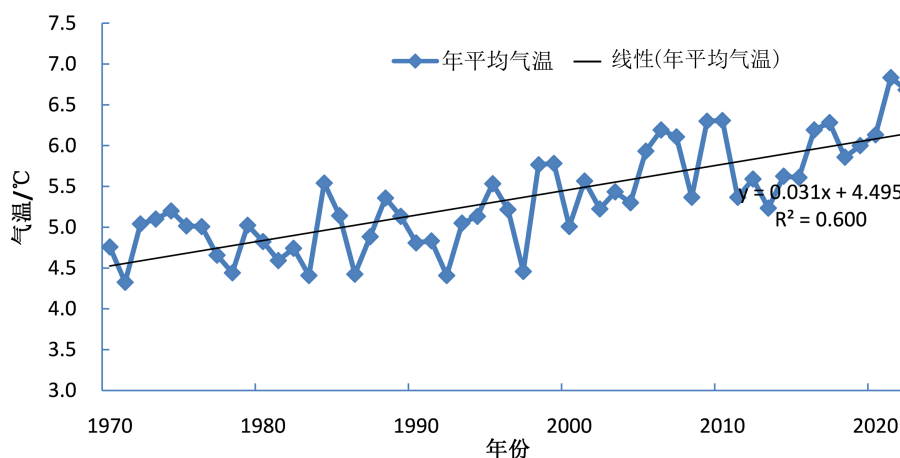


Figure 1. Trend change of average temperature from 1970 to 2022

图 1. 1970~2022 年平均气温趋势变化

江孜县气温年代变化特征分析(表 1)显示, 呈直线上升, 从 20 世纪 70 年代平均气温 4.9℃升温至 21 世纪 10 年代年平均气温 5.8℃, 升温 0.9℃, 平均每年代升温 0.2℃。出现最大年代平均气温为 21 世纪 10 年代, 平均气温为 5.8℃, 倾向率 0.423/10a, 未通过显著性检验水平; 其次为 21 世纪前 10 年, 平均气温为 5.6℃, 倾向率 1.064/10a, $R^2 = 0.5032$ ($P < 0.01$)通过显著性检验水平; 最小年代平均气温出现于

20 世纪 70 年代和 20 世纪 80 年代, 年平均气温为 4.9℃, 倾向率分别为 0.051/10a 和倾向率 0.515/10a, 未通过显著性检验水平; 次最少为 20 世纪 90 年代, 平均气温为 5.1℃, 倾向率 0.997/10a, $R^2 = 0.3795$ ($P < 0.10$)通过显著性检验水平。

Table 1. Chronological changes in temperature in Jiangzi County (°C)

表 1. 江孜县气温年代变化(°C)

年代	平均气温	倾向率	R^2
20 世纪 70 年代	4.9	0.051	0.0027
20 世纪 80 年代	4.9	0.515	0.1649
20 世纪 90 年代	5.1	0.997	0.3795
21 世纪前 10 年	5.6	1.064	0.5032
21 世纪 10 年代	5.8	0.423	0.1130

3.1.2. 年平均最高气温的变化特征

1970~2022 年平均最高气温变化特征进行分析表明(图 2), 江孜县年平均气温呈上升趋势, 倾向率为 0.242/10a, 平均每 10 年上升 2.42℃, $R^2 = 0.3836$ 通过 0.10 显著性检验水平。江孜县年平均最高气温为 13.9℃, 最大值出现于 2009 年, 为 15.2℃, 最小值出现于 1978 年, 为 12.8℃, 差值达 2.4℃。

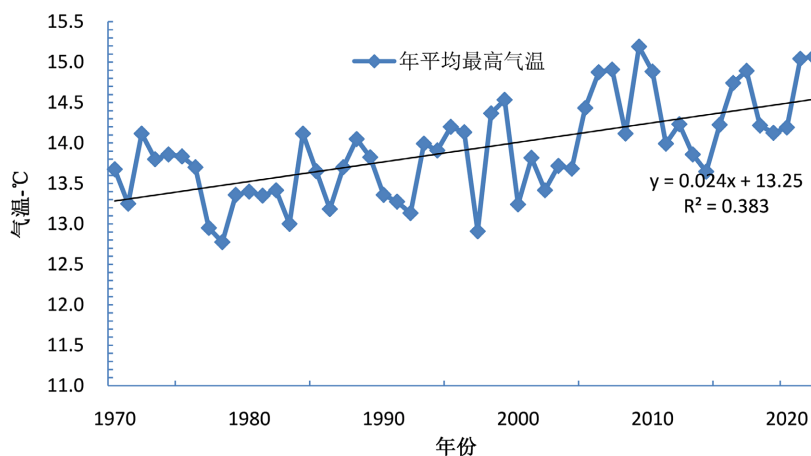


Figure 2. Trend change of average maximum temperature from 1970 to 2022

图 2. 1970~2022 年平均最高气温趋势变化图

江孜县最高气温年代变化特征分析(表 2)显示, 年代升温趋势明显, 每年代呈直线上升, 从 20 世纪 70 年代平均气温 13.5℃升温到 21 世纪 10 年代年平均气温 14.2℃, 升温 0.7℃, 平均每年代升温 0.1℃, 其中 20 世纪 90 年代至 21 世纪前 10 年升温最大 0.3℃, 平均出现最大年代平均气温为 21 世纪 10 年代, 年平均气温为 14.3℃, 最小出现于 20 世纪 70 年代, 年平均气温为 13.5℃。

3.1.3. 年平均最低气温的变化特征

近 53 年平均最低气温变化特征进行分析表明(图 3), 江孜县年平均最低气温整体呈上升趋势, 升温比较明显, 倾向率为 0.354/10a, $R^2 = 0.584$ 通过 0.10 显著性检验水平。江孜县年平均最低气温为-2.3℃, 最大值出现于 2021 年, 为-0.2℃, 最小出现于 1983 年、1992 年, 为-3.6℃, 差值达 3.4℃。1979~1983

年、1988~1992年、1995~1997年、2010~2014年，降温趋势相对明显，跨度较大；1992~1995年、2000~2010年、2014~2021年升温显著，整体呈上升趋势，且2021年年平均气温达到最大。

Table 2. Chronological variation of maximum temperature in Jiangzi County (°C)

表 2. 江孜县最高气温年代变化(°C)

年代	平均气温	倾向率	R ²
20 世纪 70 年代	13.5	0.747	0.274
20 世纪 80 年代	13.6	0.62	0.265
20 世纪 90 年代	13.8	1.07	0.333
21 世纪前 10 年	14.1	1.89	0.717
21 世纪 10 年代	14.3	0.07	0.003

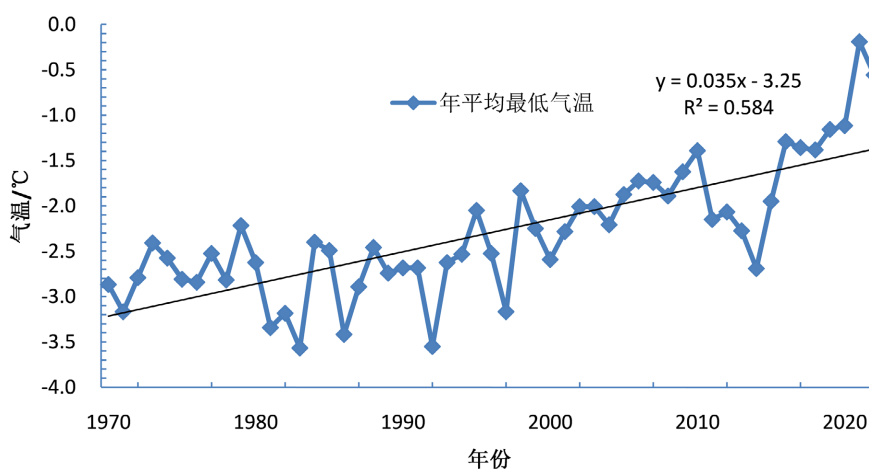


Figure 3. Trend change of average minimum temperature from 1970 to 2022

图 3. 1970~2022 年平均最低气温趋势变化图

江孜县最低气温年代变化特征分析(表 3)显示，总体呈升温趋势，除 20 世纪 70 年代平均气温-2.7°C 降温到 20 世纪 80 年代年平均气温-2.9°C，降温 0.2°C，其他年代呈升温，从 20 世纪 80 年代平均气温-2.9°C 升温到 21 世纪 10 年代年平均气温-1.8°C，升温 1.1°C，平均每年升温 0.3°C。出现最大年代平均气温为 21 世纪 10 年代，平均气温为-1.8°C，最小出现于 20 世纪 80 年代，年平均气温为-2.9°C。

Table 3. Chronological changes of minimum temperature in Jiangzi County (°C)

表 3. 江孜县最低气温年代变化(°C)

年代	平均气温	倾向率	R ²
20 世纪 70 年代	-2.7	0.271	0.109
20 世纪 80 年代	-2.9	0.42	0.086
20 世纪 90 年代	-2.6	0.76	0.211
21 世纪前 10 年	-2.0	0.84	0.753
21 世纪 10 年代	-1.8	0.89	0.269

3.1.4. 年降水量变化特征

1970~2022 年江孜县年降水量变化特征进行分析表明(图 4)，江孜县年平均降水量为 285.0 mm，呈下降趋势，波动幅度较大，降水倾向率为-3.164/10a，未通过显著性水平。江孜县年降水量最大出现于 1977 年，为 498.0 mm，最小出现于 1982 年，为 131.2 mm，差值较大，降水量年际变化波动幅度较大，其中江孜县降水量主要集中在 5~9 月，值为 271.8 mm，占全年总降水量 95%，1970~1977 年、1982~2000 年、2005~2008 年、2009~2019 年四个时段降水量呈上升趋势；1977~1982 年 2000~2005 年、2019~2022 年三个时段呈下降趋势。

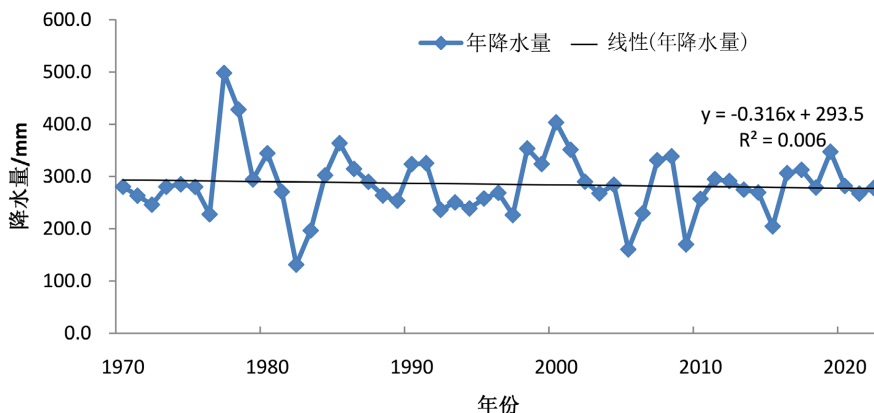


Figure 4. Trend changes in average precipitation from 1970 to 2022
图 4. 1970~2022 年平均降水量趋势变化

江孜县降水量年代变化特征分析(表 4)显示，整体呈下降趋势，先下降后上升，20 世纪 70 年代平均降水量最大，值为 308.2 mm，上升趋势最为明显，倾向率 143.98/10a， $R^2 = 2.596$ ($P < 0.001$)通过显著性检验水平；其次为 21 世纪 10 年代平均降水量值为 283.7 mm，呈上升趋势，倾向率 50.66/10a， $R^2 = 1.645$ ($P < 0.001$)通过显著性检验水平；降水量年代变化最小为 20 世纪 80 年代平均降水量为 273.0 mm，倾向率 20.70/10a，未通过显著性检验水平，次最少为 20 世纪 90 年代平均降水量为 280.4 mm，略微上升趋势，倾向率 13.53/10a，未通过显著性检验水平；21 世纪前 10 年平均降水量为 282.6 mm，呈下降趋势最大，倾向率-134.78/10a， $R^2 = 2.700$ ($P < 0.001$)通过显著性检验水平。

Table 4. Chronological changes in precipitation in Jiangzi County (mm)
表 4. 江孜县降水量年代变化(mm)

年代	降水量	倾向率	R^2
20 世纪 70 年代	308.2	143.98	2.596
20 世纪 80 年代	273.0	20.70	0.083
20 世纪 90 年代	280.4	13.53	0.078
21 世纪前 10 年	282.6	-134.78	2.700
21 世纪 10 年代	283.7	50.66	1.645

3.1.5. 年平均日照时数变化特征

1970~2022 年江孜县年日照时数变化特征进行分析表明(图 5)，江孜县年平均日照时数为 3228.7 mm，

整体呈现升高趋势, 线性倾向率为 13.162/10a, 未通过显著性检验水平, 江孜县的年平均日照时数最多出现 2022 年, 为 3774.3 h, 最少值出现于 2016 年, 为 2887.2 h, 差值达 887.1 h, 相差较大, 日照时数年际变化波动幅度较大, 1982~1991 年, 2009~2016 年两期时段呈下降趋势, 2018 年往后日照时数呈大幅度上升趋势。

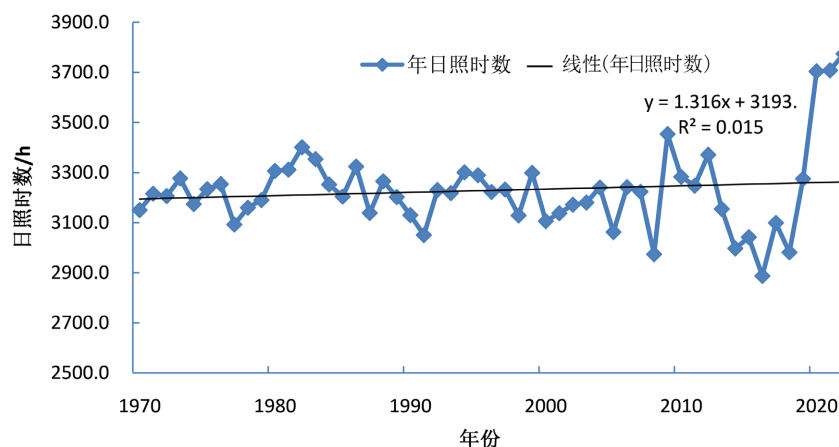


Figure 5. Trend changes in average sunshine hours from 1970 to 2022

图 5. 1970~2022 年平均日照时数趋势变化

江孜县平均日照时数年代变化特征分析(表 5)显示, 年代日照时数呈下降趋势, 先上升而后下降趋势, 其中最大出现于 20 世纪 80 年代, 平均日照时数为 3275.7 mm, 倾向率 $-164.02/10a$, $R^2 = 3.946$ ($P < 0.001$) 通过显著性检验水平; 其次为 20 世纪 90 年代, 平均日照时数为 3210.1 $^{\circ}C$, $126.23/10a$, $R^2 = 2.119$ ($P < 0.001$) 通过显著性检验水平; 最小出现于 21 世纪 10 年代, 平均降水量为 3133.7 mm, 下降幅度最大, 倾向率 $-245.45/10a$, $R^2 = 2.216$ ($P < 0.001$) 通过显著性检验水平; 次最少为 21 世纪前 10 年, 平均降水量为 3179.0 mm, 倾向率 $136.03/10a$, $R^2 = 1.032$ ($P < 0.001$) 通过显著性检验水平。

Table 5. Chronological changes in sunshine hours in Jiangzi County (h)

表 5. 江孜县日照时数年代变化(h)

年代	降水量	倾向率	R^2
20 世纪 70 年代	308.2	143.98	2.596
20 世纪 80 年代	273.0	20.70	0.083
20 世纪 90 年代	280.4	13.53	0.078
21 世纪前 10 年	282.6	-134.78	2.700
21 世纪 10 年代	283.7	50.66	1.645

3.2. M-K 突变性检验

利用 M-K 突变检验方法对江孜县年平均气温、年平均最高气温、年平均最低气温、年平均降水量和年平均日照时数进行突变分析, 其统计变量 Z 的正负表示其变化趋势, 本研究给定显著性水平为 $\alpha = 0.05$, 相应临界值为 $Z = \pm 1.96$ 。通过 Mann-Kendall 突变检验计算出 UF 和 UB 两个统计量, 分析绘出的 UF、UB 曲线, 若 UF 小于 0 表明呈下降趋势, UF 大于 0, 则表明序列呈上升趋势, 如果 UF、UB 曲线在置

信度区间内出现交点，那么交点对应的时间序列则为开始突变的时间。

从 1970~2022 年平均气温突变变化分析表明(图 6)，总体呈上升趋势，其中 1971 年，1981~1984 年，1987~1988 年 $UF < 0$ 呈下降趋势，其他时段 $UF > 0$ 呈上升趋势，从 1997 年开始直线上升，1998 年之后 UF 均为正值，通过 0.5 显著性检验临界值， UF 、 UB 曲线在 2000~2001 年出现交点，2000 年发生突变。从 1970~2022 年平均最高气温突变变化分析表明(图 7)，整体呈上升趋势，1971 年、1977~1987 年、1992 年 $UF < 0$ 呈下降趋势，其中 1974~1983 年 UF 下降比较显著，跨度较大，其他 $UF > 0$ 呈上升趋势，1992 年开始一直上温趋势，2006 年开始 UF 通过 0.5 显著性检验临界值， UF 、 UB 曲线交叉两次，1998~1999 年第一次交点、2001~2002 年第二次交点，2001 年发生突变。从 1970~2022 年平均气温突变变化分析表明(图 8)，总体呈上升趋势，其中 1970~1971 年，1980~1983 年，1985~1987 年、1991~1992 年、1996~1997 年 UF 呈下降趋势，其中 1971 年、1983 年、1987 年 $UF < 0$ 。其他时段 $UF > 0$ 呈上升趋势，1998 年开始 UF 通过 0.5 显著性检验临界值，2002 年 UF 、 UB 曲线交点，2002 年发生突变。1971~2022 年江孜县年平均降水量突变变化特征分析表明(图 9)，江孜县年平均降水量没有突变。江孜县年平均日照时数突变变化特征分析表明(图 10)，1971~1977 年、1980~1990 年、1994~1999 年、2012 年 $UF > 0$ 呈上升趋势，其他时段 $UF < 0$ 呈下降趋势，其中 1983~1984 年、1986 年通过了 0.5 显著性检验临界值， UF 、 UB 共出现两次交点，1989~1990 年出现第一次交点、1993~1996 年出现第二次交点，1990 年发生突变。

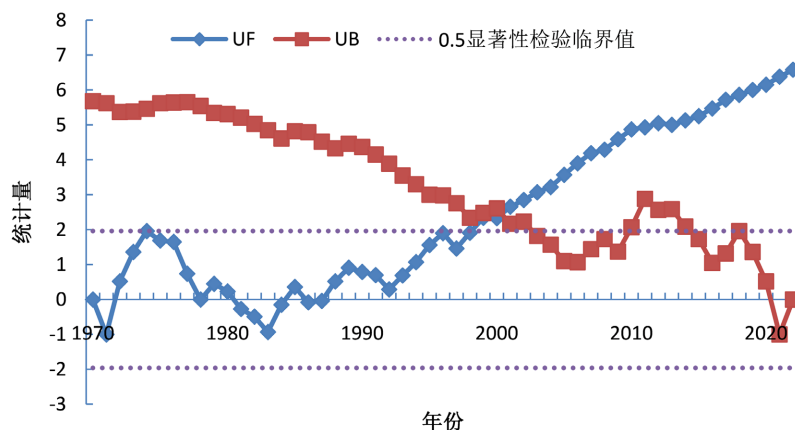


Figure 6. Sudden changes in average temperature from 1970 to 2022
图 6. 1970~2022 年平均气温突变变化

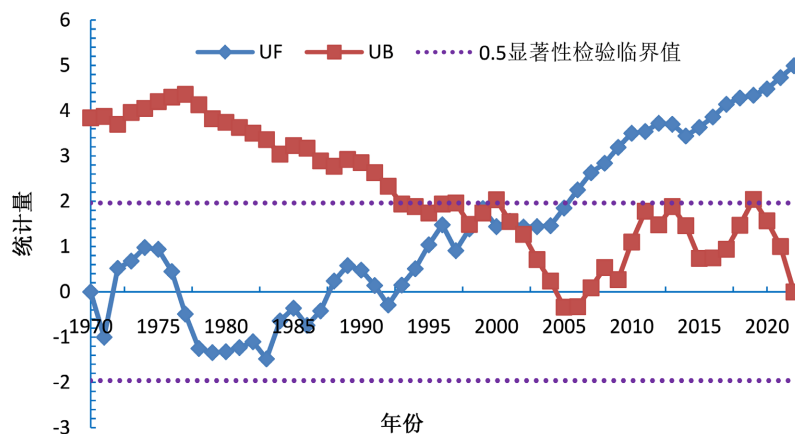


Figure 7. Sudden changes in average maximum temperature from 1970 to 2022
图 7. 1970~2022 年平均最高气温突变变化

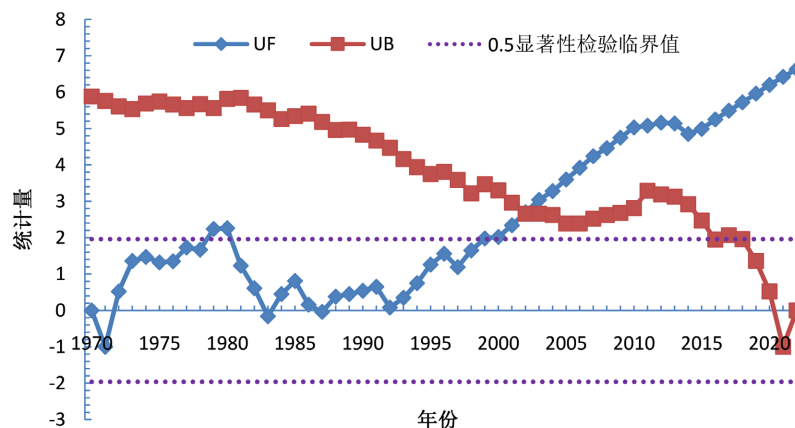


Figure 8. Sudden change in average minimum temperature from 1970 to 2022
图 8. 1970~2022 年平均最低气温突变变化

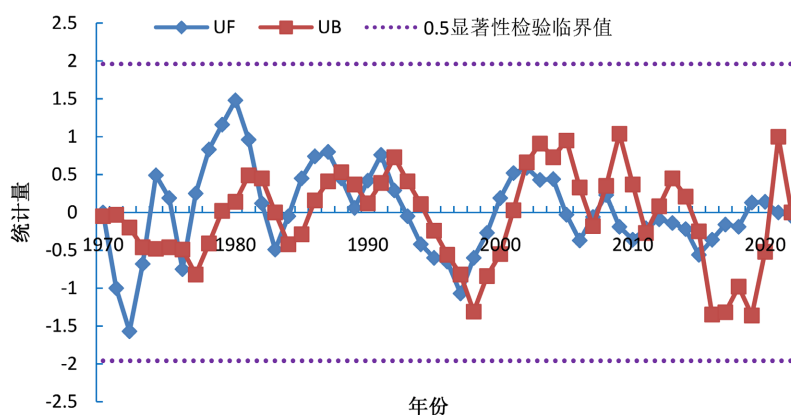


Figure 9. Sudden changes in average precipitation from 1970 to 2022
图 9. 1970~2022 年平均降水量突变变化

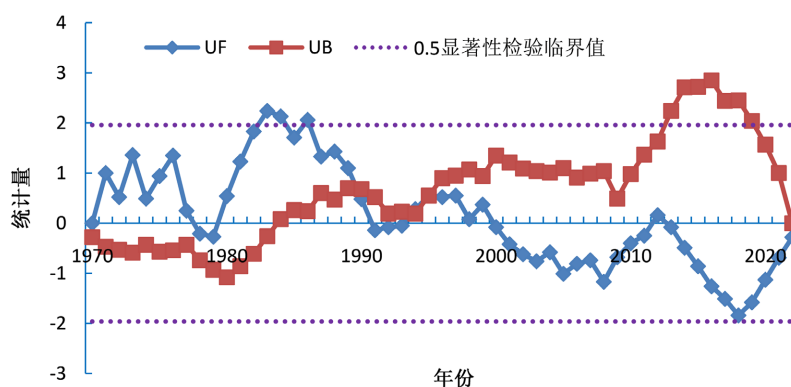


Figure 10. Sudden changes in average sunshine hours from 1970 to 2022
图 10. 1970~2022 年平均日照时数突变变化

4. 结论

1) 近 53 年来江孜县年平均气温总体呈显著上升趋势, 升温比较显著, 趋势比较稳定, 多年平均气温为 5.3℃, 倾向率为 0.311/10a, 通过了 0.10 显著性检验水平, 其中 2021 年出现极大值, 1971 年出现极小值, 差值达 2.5℃; 突变变化分析整体呈上升趋势, 从 1997 年开始直线上升, 1998 年之后 UF 均为

正值, 通过 0.5 显著性检验临界值, UF、UB 曲线在 2000~2001 年出现交点, 2000 年发生突变; 年代趋势变化明显, 20 世纪 70 年代至 21 世纪 10 年代升温 0.9°C , 平均每年代升温 0.2°C , 20 世纪 70、80 年代最冷, 比多年的平均值偏低 0.4°C , 90 年代起呈上升趋势明显, 21 世纪 10 年代升温显著。

2) 近 53 年来江孜县年平均最高气温呈上升趋势, 多年平均最高气温为 13.9°C , 倾向率为 $0.242/10\text{a}$, 通过了 0.10 显著性检验水平, 其中极大值出现于 2009 年, 极最小出现于 1978 年, 差值达 2.4°C ; 突变变化分析整体呈上升趋势, 从 1992 年开始一直呈上温趋势, 2006 年开始 UF 通过 0.5 显著性检验临界值, UF、UB 曲线交叉两次, 1998~1999 年第一次交点、2001~2002 年第二次交点, 2001 年发生突变; 年平均最高气温年代变化 20 世纪 70 年代至 21 世纪 10 年代升温 0.7°C , 平均每年代升温 0.1°C , 20 世纪 70 年代相对较冷。

3) 近 53 年来江孜县年平均最低气温呈上升趋势, 升温比较明显, 多年平均最低气温为 -2.3°C , 倾向率为 $0.354/10\text{a}$, 通过了 0.10 显著性检验水平, 其中极大值出现于 2021 年, 极小值出现于 1983 年、1992 年, 差值达 3.4°C ; 突变变化分析整体呈上升趋势, 1971 年、1983 年、1987 年 $UF < 0$ 呈下降趋势, 其他时段 $UF > 0$ 呈上升趋势, 1998 年开始 UF 通过 0.5 显著性检验临界值, 2002 年 UF、UB 曲线交点, 2002 年发生突变; 年平均最低气温年代变化, 20 世纪 70 年代至 20 世纪 80 年代呈降温趋势, 降温为 0.2°C , 20 世纪 80 年代至 21 世纪 10 年代升温 1.1°C , 平均每年代升温 0.3°C , 20 世纪 80 年代相对比较冷。

4) 近 53 年来江孜县年平均总降水量呈下降趋势, 波动幅度较大, 多年降水量为 285.0 mm , 降水倾向率为 $-3.164/10\text{a}$, 未通过显著性水平也没有突变; 也没有突变; 从年代分析得知, 降水量先下降后上升趋势, 其中 20 世纪 70 年代出现最大, 80 年代相对偏少, 差值达 35.2 mm 。

5) 近 53 年来江孜县年平均总日照时数整体上呈现升高趋势, 多年平均日照时数为 3228.7 mm , 日照时数倾向率为 $13.162/10\text{a}$, 未通过显著性检验水平, 其中最多出现 2022 年, 最少值出现于 2016 年, 差值达 887.1 h , 相差较大, 从 2018 年往后日照时数大幅度上升趋势; 突变变化分析整体呈上升趋势, 1971~1977 年、1980~1990 年、1994~1999 年、2012 年 $UF > 0$ 呈上升趋势, 其他时段 $UF < 0$ 呈下降趋势, 1983~1984 年、1986 年通过了 0.5 显著性检验临界值, UF、UB 共出现两次交点, 1989~1990 年出现第一次交点、1993~1996 年出现第二次交点, 1990 年发生突变; 年平均日照时数年代变化, 整体呈下降趋势, 先上升而后下降趋势, 20 世纪 80 年代出现于最多, 21 世纪 10 年代出现最少。

6) 对 1970~2022 年江孜县年气温、降水量、日照时数等气象数据进行分析, 为地方防灾减灾能力、农业生产和旅游产业发展提供理论科学依据, 提高气象服务水平。

参考文献

- [1] 任宗杰, 秦萌, 袁会珠, 等. 乡村振兴背景下做好农药包装废弃物回收处理工作的思考[J]. 中国植保导刊, 2021, 41(4): 81-84.
- [2] 袁媛. 日本城市适应气候变化的政策机制及实践经验[J]. 城市发展研究, 2021, 28(8): 114-121.
- [3] 王顺久. 青藏高原东部气候变化及其对长江上游水资源的可能影响[J]. 高原山地气象研究, 2008, 28(1): 42-46.
- [4] Zandonadi, L., Acquaotta, F., Fratianni, S., et al. (2016) Changes in Precipitation Extremes in Brazil (Parana River Basin). *Theoretical and Applied Climatology*, **123**, 741-756. <https://doi.org/10.1007/s00704-015-1391-4>
- [5] 蒋慧亮, 郑红, 孙桂玉, 等. 黑龙江省极端气温变化特征分析[J]. 黑龙江气象, 2022, 39(2): 13-14.
- [6] 郭莉, 董淑珍, 郑梦桃, 等. 近 60 年商洛市气温变化特征分析[J]. 陕西气象, 2022(3): 29-35.
- [7] 洛桑旺姆, 拉珍, 赤桑单吉, 等. 西藏山南乃东气候特征分析[J]. 西藏科技, 2014, 6(255): 67-70.
- [8] 戴睿, 刘志红, 娄梦筠, 梁津, 等. 西藏地区 50 年气候变化特征[J]. 干旱区资源与环境, 2012, 12(31): 97-101.
- [9] 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.