

崆峒地区热量资源变化研究分析

范玲玲^{*}, 肖国杰[#], 林静薇, 张伟超

成都信息工程大学大气科学学院, 四川 成都

收稿日期: 2022年11月2日; 录用日期: 2022年12月1日; 发布日期: 2022年12月9日

摘要

本文选取甘肃省平凉市崆峒站点, 利用站点1960~2019年间的逐日平均气温资料, 计算该站点的 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 和 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 活动积温, 以及初、终日和持续天数, 分析该地区的热量资源变化特征。结果显示: 近60a崆峒地区 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 和 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的活动积温呈显著增加趋势; $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 和 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 活动积温初日均提前, 终日有推后, 但趋势较初日弱。崆峒地区 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 和 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的活动积温持续天数也有延长, 其中 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的活动积温持续天数增加趋势较 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 活动积温持续天数更为明显。对 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 和 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的活动积温进行M-K检验得到, 崆峒 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 积温突变年份为1997年, 对于 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温, 突变年份为1995年, 突变后的活动积温都有大幅上升。

关键词

崆峒, $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 和 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温, 气候倾向率, Mann-Kendall检验

Research and Analysis of Thermal Resource Change in Kongtong Area

Lingling Fan^{*}, Guojie Xiao[#], Jingwei Lin, Weichao Zhang

School of Atmospheric Sciences, Chengdu University of Information Technology, Chengdu Sichuan

Received: Nov. 2nd, 2022; accepted: Dec. 1st, 2022; published: Dec. 9th, 2022

Abstract

This paper selected Kongtong Station in Pingliang City, Gansu Province, and used the daily average temperature data of the station from 1960 to 2019 to calculate the active accumulated temperature of $\geq 0^{\circ}\text{C}$ and $\geq 10^{\circ}\text{C}$ at the station, as well as the first date, the last date and lasting days, to analyze the characteristics of the change of heat resources in the region. The results showed that the

^{*}第一作者。

[#]通讯作者。

active accumulated temperature of $\geq 0^{\circ}\text{C}$ and $\geq 10^{\circ}\text{C}$ in Kongtong area had significantly increased in recent 60 years. The first date of activity accumulated temperature $\geq 0^{\circ}\text{C}$ and $\geq 10^{\circ}\text{C}$ was earlier than the first date, and the last date was later, but the trend was weaker than the first date. The duration of active accumulated temperature $\geq 0^{\circ}\text{C}$ and $\geq 10^{\circ}\text{C}$ in Kongtong area had also been prolonged, and the increasing trend of the duration of active accumulated temperature $\geq 10^{\circ}\text{C}$ was more obvious than that of active accumulated temperature $\geq 0^{\circ}\text{C}$. M-K test on the active accumulated temperature $\geq 0^{\circ}\text{C}$ and $\geq 10^{\circ}\text{C}$ showed that the abrupt change year of the accumulated temperature $\geq 0^{\circ}\text{C}$ in Kongtong was 1997, and the abrupt change year of the accumulated temperature $\geq 10^{\circ}\text{C}$ was 1995. The active accumulated temperature after the abrupt change had increased significantly.

Keywords

Kongtong, $\geq 0^{\circ}\text{C}$ and $\geq 10^{\circ}\text{C}$ Accumulated Temperature, Climatic Tendency Rate, Mann-Kendall Test

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

在气候变暖和极端天气频发的背景下,气温变化较以往年份波动较大。任国玉等人[1]研究得出:中国 1951~2001 年年平均地面气温升高 1.1°C 。马鹏里等人[2]对西北地区东部气候的转折性变化进行研究,得到近 58 年来整个西北地区东部仍呈显著的变暖趋势的结果。孙兰东等人[3]对西北地区热量资源对气候变化的响应特征进行研究,小波分析结果呈现出 $<0^{\circ}\text{C}$ 负积温存在准 6a 和准 9a 的振荡周期; $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 和 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温存在准 8a 变化周期。刘德祥等人[4]指出冬季最冷月平均气温、最低气温升高和负积温减少,农耕地积温增多,热量资源增加,有利于越冬作物种植北界向北扩展,多熟制向北推移,喜温作物面积扩大,复种指数提高。王阿如娜、史兴民[5]在对近 52 年左右的时间尺度上研究得到:黄土高原地区年平均气温线性拟合增长率达到 $0.28^{\circ}\text{C}/10$ 年,在空间变化上表现出北部区域变化大于南部区域,西部区域大于东部区域的特征。活动积温是鉴定一地农业生产热量的重要指标,在适宜农作物生长的温度范围内,温度通过影响光合作用中有机物的积累,对作物生长所形成的生物学产量产生直接影响。日平均气温 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 期间的活动积温可以反映一个地区农事季节内的热量资源和可能利用的热量,日平均气温 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 活动积温表示各种作物生长期热量供应的可靠指标。本文通过计算甘肃南部地区的平凉市崆峒区近 60a 积温变化趋势,通过分析该地区热量资源,可以使崆峒区热量资源达到最大化利用,并对该地农作物合理分布提供依据。

2. 研究资料和研究方法

2.1. 资料来源

本研究选取甘肃省平凉市崆峒区的气象观测站:崆峒站(106.4°E , 35.33°N , 1346.6 m) 1960~2019 年连续近 60a 逐日平均气温数据。

2.2. 研究方法

利用五日滑动平均法确定稳定通过 0°C 和 10°C 的起止日期,然后计算得到 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 、 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的活动积温和

持续天数[6]。用气候倾向率分析崆峒积温要素的变化趋势[7]。用 Mann-Kendall (M-K)突变检验来分析 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 、 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 活动积温的突变时间[8]。

3. 结果与分析

3.1. 活动积温年际变化特征

1960~2019年崆峒 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 和 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的活动积温均有显著增加趋势,变化趋势满足表1中的线性回归方程。崆峒 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 活动积温最大值出现在2016年,为 4159.1°C ,最小值出现在1976年,为 3294.6°C ,近60a $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 活动积温平均值为 3668.6°C ,最大值和最小值相差 864.6°C 。崆峒 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 活动积温最大值出现在2006年,为 3649.7°C ,最小值出现在1968年,为 2813.9°C ,近60a $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 活动积温平均值为 3185.2°C ,最大值和最小值相差 835.8°C 。

Table 1. Trend line of active accumulated temperature in Kongtong from 1960 to 2019

表 1. 崆峒 1960~2019 年活动积温的变化趋势线

活动积温	趋势线	相关系数 r
$\geq 0^{\circ}\text{C}$ 活动积温	$Y = 8.6753x + 3404$	0.740**
$\geq 10^{\circ}\text{C}$ 活动积温	$Y = 8.7964x + 2916.9$	0.733**

注: **表示通过 0.01 显著性水平。

3.2. 初、终日和持续天数变化

由表2可以看出,崆峒 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 和 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 活动积温初日的变化趋势均呈提前趋势,终日均呈推后趋势,持续天数均呈增加趋势。但 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 活动积温初日提前、终日推后和持续天数变化均未通过 $\alpha = 0.05$ 显著性水平的检验, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 活动积温初日提前变化通过了 $\alpha = 0.05$ 显著性水平的检验,持续天数变化通过了 $\alpha = 0.01$ 显著性水平的检验。初日提前速率较终日后推率大,说明持续天数的增加主要是因为初日的提前; $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 活动积温初日提前速率和后推速率较 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温初日提前速率和后推速率较小,说明 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温持续时间增加更为明显。崆峒 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 活动积温初日平均为3月3日,初日最早为2009年1月28日;终日平均为11月23日,终日最晚为2001年12月20日。崆峒 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 活动积温持续天数增长率比 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 活动积温持续天数显著偏大,和初日提前速率偏大的情况一致。

Table 2. Trend of the first, last date and duration days of active accumulated temperature in Kongtong from 1960 to 2019

表 2. 崆峒 1960~2019 年活动积温初日、终日和持续天数的变化趋势

积温要素指标	气候倾向率
$\geq 0^{\circ}\text{C}$ 活动积温初日	-1.21 d/10a
$\geq 0^{\circ}\text{C}$ 活动积温终日	0.94 d/10a
$\geq 0^{\circ}\text{C}$ 积温持续天数	2.21 d/10a
$\geq 10^{\circ}\text{C}$ 活动积温初日	-3.04 d/10a*
$\geq 10^{\circ}\text{C}$ 活动积温终日	1.51 d/10a
$\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温持续天数	4.54 d/10a**

注: *表示通过 0.05 显著性水平, **表示通过 0.01 显著性水平。

3.3. M-K 突变检验

图1为崆峒1960~2019年 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 活动积温M-K统计量曲线图(显著性水平 $\alpha = 0.05$, $u_{0.05} = \pm 1.96$)从UF

曲线可见,自1994年以来,UF线全部大于0,UF曲线整体呈上升趋势;2000年以后增加趋势大大超过0.05临界线甚至超过0.001显著性水平($u_{0.001} = \pm 2.56$),表明崆峒市积温的上升趋势是十分显著的。根据UF和UB曲线的交点位置,可以确定近60a崆峒 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 活动积温从1997年开始发生突变。

图2为崆峒 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 活动积温M-K统计量曲线图(显著性水平 $\alpha = 0.05$, $u_{0.05} = \pm 1.96$),从UF曲线可见,自1971年以来,UF曲线的值大于0,崆峒 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 活动积温开始增加。1997年以后增加趋势大大超过0.05临界线甚至超过0.001显著性水平($u_{0.001} = \pm 2.56$),表明崆峒地区活动积温的上升趋势是十分显著的。根据UF和UB曲线的交点位置,可以确定崆峒 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 活动积温从1995年开始发生突变的。

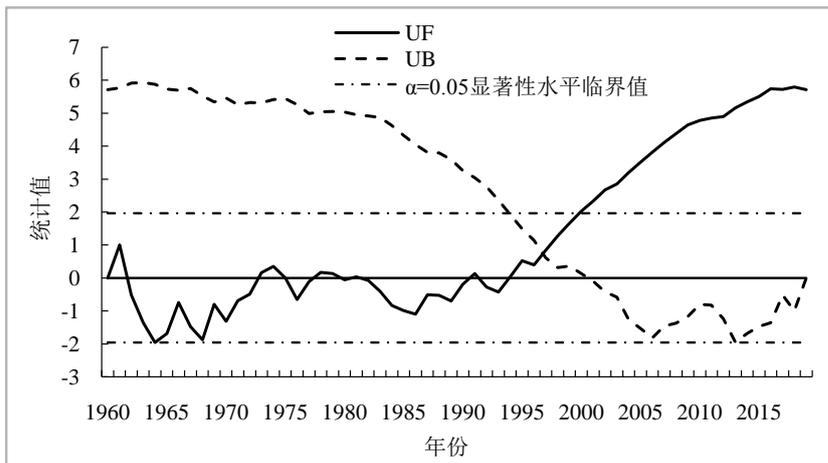


Figure 1. M-K mutation test of active accumulated temperature $\geq 0^{\circ}\text{C}$ in Kongtong from 1960 to 2019

图1. 崆峒1960~2019年 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 活动积温的M-K突变检验

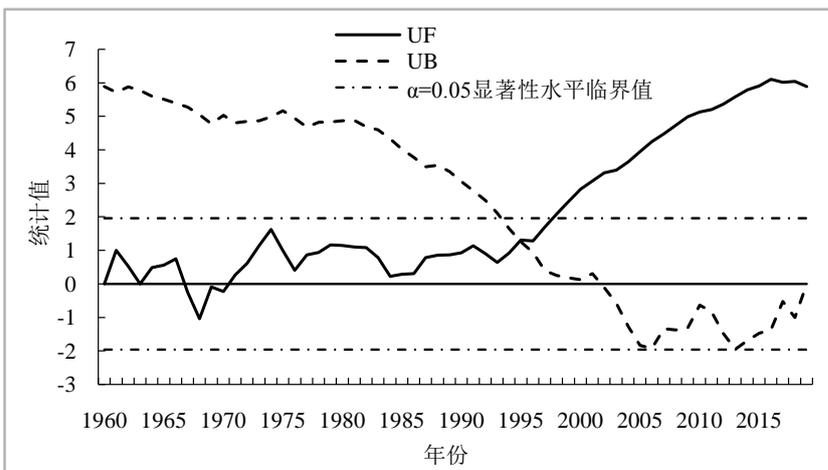


Figure 2. M-K mutation test of active accumulated temperature $\geq 10^{\circ}\text{C}$ in Kongtong from 1960 to 2019

图2. 崆峒1960~2019年 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 活动积温的M-K突变检验

4. 结论

1) 1960~2019年甘肃南部地区的平凉市崆峒区 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 活动积温呈显著增加趋势,增加倾向率为 $86.8^{\circ}\text{C}/10\text{a}$,持续天数有延长趋势,但未通过 $\alpha = 0.05$ 显著性水平的检验。

2) 崆峒 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 活动积温呈显著增加趋势, 增加倾向率为 $88.0^{\circ}\text{C}/10\text{a}$, 持续天数有显著延长趋势, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的活动积温持续天数增加趋势较 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 活动积温持续天数更为明显。

3) 对崆峒 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 和 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的活动积温进行 M-K 检验, 发现 1960~2019 年活动积温呈上升趋势, 积温作为热量资源的衡量指标, 出现了明显的突变, 崆峒 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 的积温突变年份为 1997 年, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的活动积温突变年份为 1995 年, 突变后的活动积温都有大幅上升。

基金项目

成都信息工程大学 2022 年大学生创新创业训练计划项目(202210621036)和入库项目(202210621001k)共同资助。

参考文献

- [1] 任国玉, 郭军, 徐铭志, 等. 近 50 年中国地面气候变化基本特征[J]. 气象学报, 2005, 63(6): 942-956.
- [2] 马鹏里, 杨金虎, 卢国阳, 等. 西北地区东部气候的转折性变化[J]. 高原气象, 2020, 39(4): 840-850.
- [3] 孙兰东, 刘德祥. 西北地区热量资源对气候变化的响应特征[J]. 干旱气象, 2008, 26(1): 8-12.
- [4] 刘德祥, 董安祥, 陆登荣. 中国西北地区近 43 年气候变化及其对农业生产的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2005, 23(2): 195-201.
- [5] 王阿如娜, 史兴民. 近 52 年黄土高原气温与热量资源时空变化[J]. 江西农业学报, 2015, 27(10): 11-17.
- [6] 申双和, 景元书. 农业气象学原理[M]. 北京: 气象出版社, 2017: 67-89.
- [7] 黄嘉佑. 气象统计分析与预报方法[M]. 北京: 气象出版社, 2016: 39-42.
- [8] 魏凤英. 现代气候统计诊断与预测技术[M]. 北京: 气象出版社, 2006: 62-86.