

招远地区近61年气温变化特征分析

樊献政^{1*}, 张娟¹, 杨金玲¹, 张翠英^{2#}

¹山东省招远市气象局, 山东 招远

²山东省菏泽市气象局, 山东 菏泽

收稿日期: 2022年4月13日; 录用日期: 2022年5月13日; 发布日期: 2022年5月23日

摘要

基于招远市1961~2021年国家级气象观测站的地面观测整编资料, 利用一元线性回归分析、气候倾向率、Mann-kendal气候突变研究等方法, 分析了招远地区年平均气温、极端最低和最高气温、气温年较差的气候变化特征、年变化趋势和突变。结果显示: 近61 a来, 招远地区年平均气温上升趋势显著, 增温速率为 $0.24^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$; 该地区年平均气温具有明显的年代际变化特征, 升温趋势显著, 1980年之前偏冷, 之后转为偏暖; 突变现象发生在1987年, 且从1988年开始年平均气温升高趋势显著; 极端最高气温趋于稳定, 变化不大, 但极端最低气温呈逐年下降趋势。

关键词

招远地区, 气温变化, 特征分析

Analysis of Temperature Variation Characteristics in Zhaoyuan Area in Recent 61 Years

Xianzheng Fan^{1*}, Juan Zhang¹, Jinling Yang¹, Cuiying Zhang^{2#}

¹Zhaoyuan Meteorological Bureau of Shandong Province, Zhaoyuan Shandong

²Heze Meteorological Bureau of Shandong Province, Heze Shandong

Received: Apr. 13th, 2022; accepted: May 13th, 2022; published: May 23rd, 2022

Abstract

Based on the ground observation data of Zhaoyuan national meteorological observation station from 1961 to 2021, the climate change characteristics and annual change trend of annual average

*第一作者。

#通讯作者。

temperature, extreme minimum and maximum temperature and annual range of temperature in Zhaoyuan area are analyzed by using the methods of univariate linear regression analysis, climate tendency rate and Mann Kendal climate catastrophe research. The results show that in recent 61 years, the annual average temperature in Zhaoyuan has a significant upward trend, and the temperature increasing rate is $0.24^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$; the annual average temperature in this area has obvious interdecadal variation characteristics, with a significant warming trend. It was cold before 1980 and then turned warm; the abrupt change occurred in 1987, and the annual average temperature has increased significantly since 1988; the extreme maximum temperature tends to be stable with little change, but the extreme minimum temperature shows a downward trend year by year.

Keywords

Zhaoyuan Area, Temperature Change, Feature 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

近百年来, 全球正在经历着以变暖为特征的显著性变化[1]。IPCC 第一工作组第五次全球气候评估报告指出, 近 100 a 来地表温度平均升高了 0.85°C [2]。因此诸多学者关注着气候变化并开展了研究工作[3] [4] [5]。Cao [6]等合成了近 100 多年来中国月的平均地表温度观测资料, 并讨论了中国各区域间温度的变化趋势; 孙凤华等[7]研究建立了东北地区季、年的气温序列, 发现该地区增温趋势明显。

气候的变化, 使人类生活、自然生态等产生响应, 特别是北半球中高纬度地区气温的升高较显著[8] [9]。

2021 年, 中国气象局气候变化中心发布中国气候变化蓝皮书表明, 根据全球气候系统的综合观测和多项关键气候指标, 变暖趋势还在持续[10]。

在全球气候变暖的大环境下, 查找文献, 招远地区的气候特征发生了显著变化。张娟等[11]分析了招远地区雷暴气候统计特征。杨金玲等[12]研究招远地区大雾气候特征。但针对招远地区气候变化特征分析较少, 对整个招远地区近 61 a 气温变化特征的分析目前还是空白。招远市地处山东半岛西北部, 西北频率渤海, 位于 $120^{\circ}08'\sim 120^{\circ}38'\text{E}$, $37^{\circ}05'\sim 37^{\circ}33'\text{N}$ 之间, 属于温暖带亚湿润气候区, 气候温和, 四季分明, 冬季干燥雨雪较少, 春季风大干燥多旱, 夏季湿润多雨, 秋季温和凉爽, 常有秋旱。基于招远国家气象观测站近 61 a 的统计数据, 分析招远地区气温的变化特征, 本文拟利用近 61 a 招远地区气象观测站资料分析招远市气温变化的气候特征, 有利于加深对小区域气候变率的认识, 对进一步揭示小区域与大区域间的气候变化、全球气候变化的规律和响应程度都具有非常重要的意义[13]。

招远市属暖温带大陆性季风气候, 冬冷夏热, 但极少严寒酷暑, 春秋适宜, 四季分明, 光照充足, 年平均日照时数 2503.2 h, 年平均气温 11.5°C , 年平均降水量为 607.3 mm, 年均蒸发量为 1664.8 mm。研究区域气温变化特征, 有利于提高气候预测的准确率, 同时还能防灾减灾, 趋利避害。

2. 资料与方法

2.1. 资料来源

本文采用招远气象观测站提供的 1961~2021 年招远市年平均气温($^{\circ}\text{C}$)、极端最低气温($^{\circ}\text{C}$)、极端最高气温($^{\circ}\text{C}$)、气温年较差($^{\circ}\text{C}$)。

2.2. 研究方法

利用气候倾向率, Mann-Kendall 检验等方法对招远地区年气温进行了诊断分析。气候倾向率是表示气候长期变化趋势倾向的一种方法[14]。世界气象组织推荐的魏凤英的 Mann-Kendall 统计分析技术是非参数检验方法[15][16][17]。

3. 结果与分析

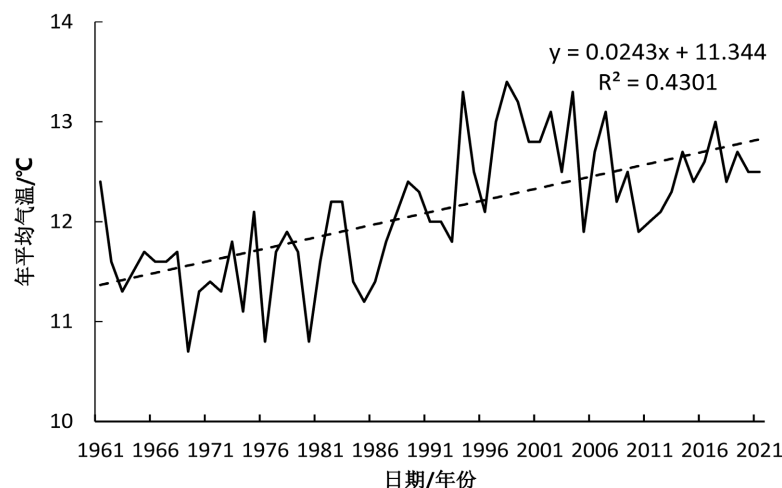
3.1. 气温变化趋势特征

3.1.1. 年平均气温变化特征

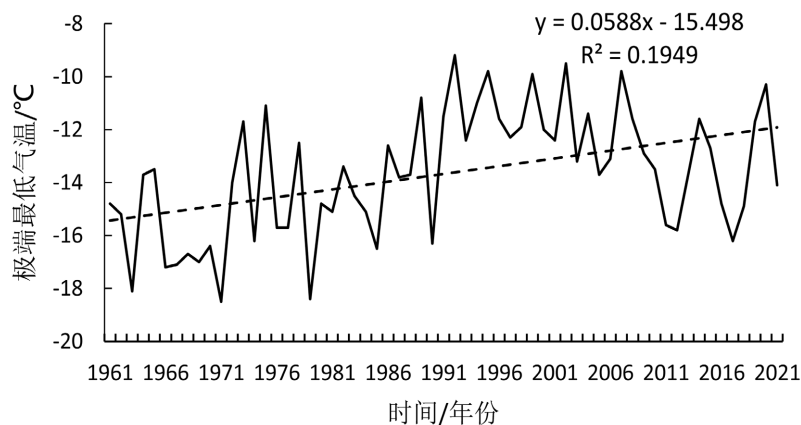
分析招远地区 1961~2021 年的气温资料(图 1(a)), 近 61 a 招远地区年平均气温为 12.1℃, 以 0.24℃/10 a 的速率增加, 呈极显著的上升趋势, 且在 20 世纪 80 年初期平均气温开始出现巨变, 温度升高非常明显, 但低于中国地表 1951~2020 年平均气温的增加速率(0.26℃/10 a) [10]。

3.1.2. 年极端最低气温

极端气温反映了气候变化的趋势, 对极端气温的时空特征进行深入分析能更准确地预报各种极端天气事件的发生。招远地区 1961~2021 年的极端最低气温资料显示(图 1(b)), 近 61 a 招远地区极端最低气温以 0.59℃/10 a 的速率呈缓慢下降趋势, 这与 1961~2020 年中国极端低温事件减少一致[10]。



(a) 招远地区 61 a 平均气温的变化趋势



(b) 招远地区 61 a 极端最低气温的变化趋势

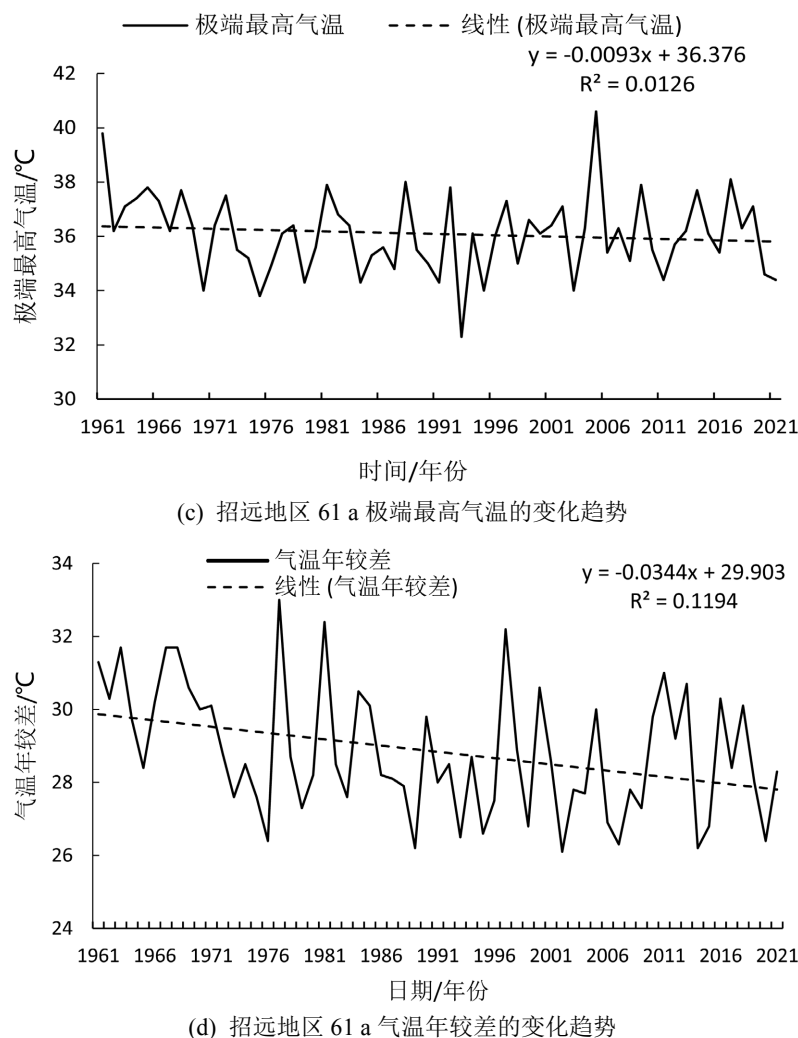


Figure 1. Annual temperature trend in Zhaoyuan Region from 1961 to 2021
图 1. 招远地区 1961~2021 年温度年变化趋势

3.1.3. 极端最高气温

招远地区 1961~2021 年的极端最高气温资料统计显示, 近 61 a 招远地区极端最高气温波动不大, 整体以 $0.093^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ 的速率呈现微弱的下降趋势(图 1(c)), 变化不明显, 61 a 中招远地区仅 2005 年极端最高气温超过 40.0°C 。但与中国极端高温事件自 20 世纪 90 年代中期以来明显增多[10]结论相反。

3.1.4. 气温年较差

一年中最高月平均气温减去最低月平均气温为气温年较差[18]。从招远地区 61 a 气温年较差的分析结果看(图 1(d)), 气温年较差呈明显减小趋势, 减小速率为 $0.34^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ 。年较差减小主要因为招远地区温度升高, 极端最低气温下降, 导致气温年较差在逐年减小, 结论与全球气候变暖一致[10]。

3.2. 气温变化的突变分析

3.2.1. 年平均气温的突变分析

统计招远地区年平均气温发现(图 2(a)), UF 和 UB 的曲线交叉点对应的时间是 1987 年, 说明招远地区 1987 年开始年平均气温发生突变, 并且该交叉点现象发生在 0.05 的临界显著水平范围之内, 说明招远

年平均气温在 1987 年发生了显著的突变现象。自 1991 年起 UF 开始超过 0.05 的显著性水平临界线, 表明自 1991 年开始, 招远地区年平均气温升高趋势是显著的。气候变暖前(1961~1981)与变暖后(1982~2021)年平均气温差值 0.9℃, 增温趋势超过显著性水平($|U_{0.05}| = 2.576$)的临界值($u_{0.05} = 1.96$, 下同)。

3.2.2. 年极端最低气温的突变分析

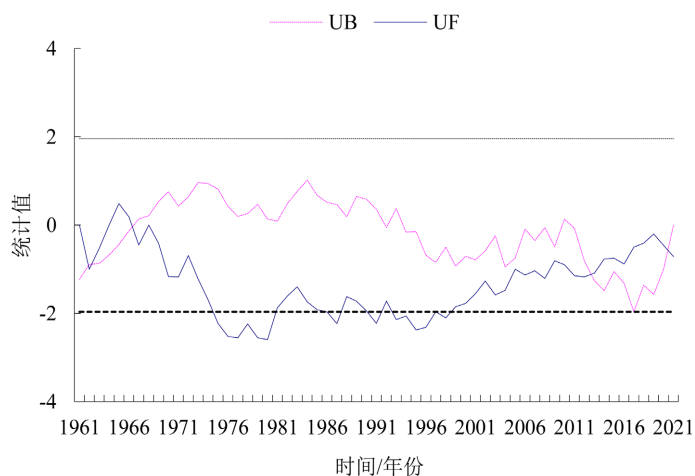
自 20 世纪 70 年代中期, 招远地区年极端最低气温下降趋势明显, 达到 0.01 显著性水平的临界值, 通过显著检验。由图 2(b)可见 1975 年极端最低气温极值发生了突变。气候变暖前(1961~1975)与变暖后(1976~2021)年极端最低气温相差 9.3℃。

3.2.3. 年极端最高气温的突变分析

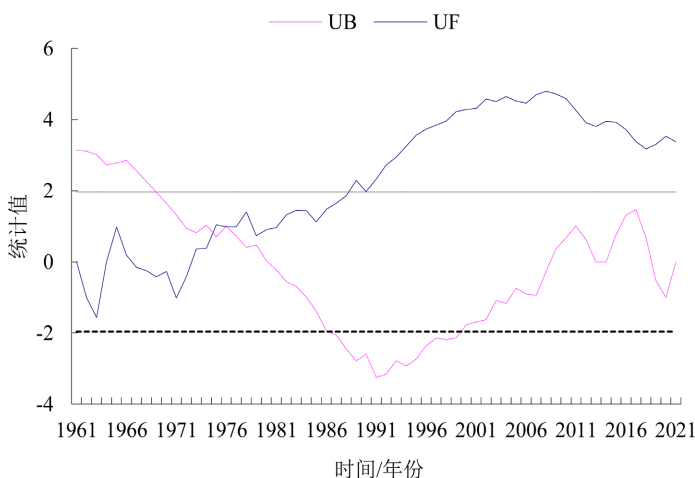
61 a 来, 招远地区极端最高气温变化不明显, 没有显著的年代变化特征, 极端最高气温没有发生显著的突变(图 2(c)), 这与图 1(c)结论一致。

3.2.4. 气温年较差的突变分析

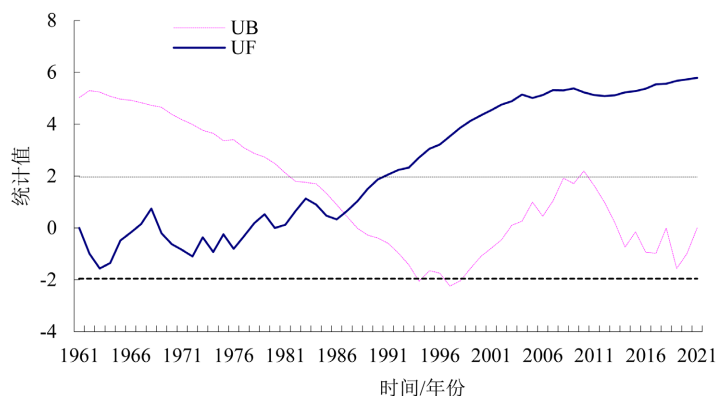
由招远地区气温年较差的突变结果(图 2(d))可见, 20 世纪 70 年代初, 招远地区气温年较差有明显减小的趋势, 超过 0.01 显著性水平的临界值, 表明气温年较差减小的趋势达极显著。由图 2(d)可见 1971 年开始气温年较差的减小趋势有一突变现象。



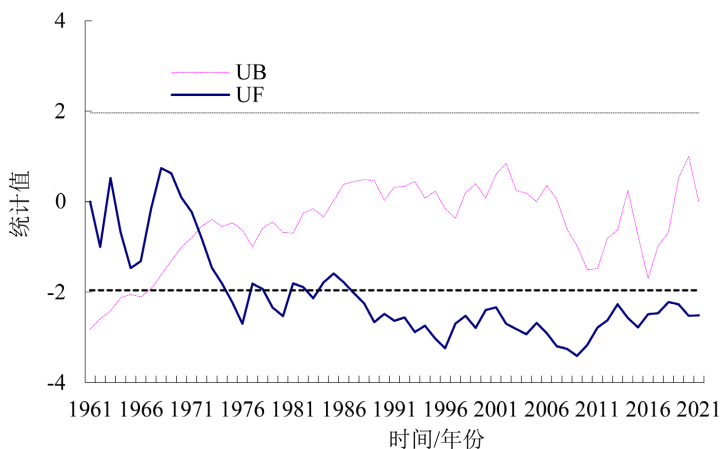
(a) 招远地区 61 a 年极端最高气温突变检验



(b) 招远地区 61 a 年极端最低气温突变检验



(c) 招远地区 61 a 年平均气温突变检验



(d) 招远地区 61 a 气温年较差突变检验

Figure 2. Annual temperature abrupt change test in Zhaoyuan Region from 1961 to 2021**图 2.** 招远地区 1961~2021 年年温度突变检验

4. 结论与讨论

1) 基于招远市逐年气象资料, 可见招远地区的年平均气温逐渐升高, 极端最高气温趋于稳定, 变化不大, 但极端最低气温呈逐年下降趋势。

2) 招远地区平均气温具有明显的年代际变化特征, 1986 年发生了显著的突变, 大致趋势是 1975 年之前是偏冷期, 之后处于偏暖期, 且 1992 年开始年平均气温升高趋势显著。极端最低气温在 1975 年发生显著的突变, 90 年代开始极端最低气温呈逐渐下降趋势, 与平均气温下降趋势一致。

3) 61 a 间, 招远地区年平均气温、极端最低气温和气温年较差都发生了突变, 表明该地区出现了显著变暖的时期, 明显升温出现在 20 世纪 80 年代初期, 与中国气候变化蓝皮书结论一致[10]。气温变化对农、林业生产会造成一定的影响[19] [20]。

4) 本文主要揭示了招远地区气温年代际变化和突变规律等气候特征的事实, 但缺乏对该事实的深入物理分析、发生的机理和原因的探讨。另外如果对春夏秋冬季节的气候变化趋势进行进一步的分析, 会使文章更有深度和意义。因而今后仍需要对招远地区气候特征进行深入的研究。

参考文献

- [1] 王雪臣, 徐影, 毛留喜. 气候变化的科学背景研究[J]. 中国软科学, 2004(1): 105-108.

- [2] 沈永平, 王国亚. IPCC 第一工作组第五次评估报告对全球气候变化认知的最新科学要点[J]. 冰川冻土, 2013, 35(5): 1068-1076.
- [3] 翟盘茂, 余荣, 周佰铨. 1.5℃增暖对全球和区域影响的研究进展[J]. 气候变化研究进展, 2017, 13(5): 465-472.
- [4] 钱正安, 宋敏红, 吴统文, 等. 世界干旱气候研究动态及进展综述(II): 主要研究进展[J]. 高原气象, 2017, 36(6): 28-47.
- [5] 孔锋, 史培军, 方建, 等. 全球变化背景下极端降水时空格局变化及其影响因素研究进展和展望[J]. 灾害学, 2017, 32(2): 165-174.
- [6] Cao, L.J., Yan, Z.W., Zhao, P., *et al.* (2017) Climatic Warming in China during 1901-2015 Based on an Extended Dataset of Instrumental Temperature Cords. *Environmental Research Letters*, **12**, Article ID: 064005. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa68e8>
- [7] 孙凤华, 袁健, 路爽. 东北地区近百年气候变化及突变检测[J]. 气候与环境研究, 2006, 11(1): 101-108.
- [8] 秦大河, Thomas Stocker. IPCC 第五次评估报告第一工作组报告的亮点结论[J]. 气候变化研究进展, 2014, 10(1): 1-6.
- [9] 巢清尘, 严中伟, 孙颖, 等. 中国气候变化的科学新认知[J]. 中国人口·资源与环境, 2020, 30(3): 1-9.
- [10] 中国气象局气候变化中心, 编著. 中国气候变化蓝皮书 2021[M]. 北京: 科学出版社, 2021.
- [11] 张娟, 杨金玲. 近 30 年招远地区雷暴气候统计特征[J]. 安徽农业科学, 2015, 43(1): 157-159.
- [12] 杨金玲, 孙衍晓. 招远地区大雾气候特征分析[J]. 贵州气象, 2014, 38(3): 43-45.
- [13] 李黎, 崔研, 王浩宇, 等. 营口市百年气温变化特征研究[J]. 气象与环境学报, 2021, 37(3): 73-80.
- [14] 韩雪云, 杨青, 姚俊强. 新疆天山山区近 51 年来降水变化特征[J]. 水土保持研究, 2013, 20(2): 139-144.
- [15] 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: 69-72.
- [16] 潘晓华. 近五十年中国极端温度和降水事件变化规律的研究[D]: [硕士学位论文]. 北京: 中国气象科学研究院, 2002.
- [17] 符淙斌, 王强. 气候突变的定义和检测方法[J]. 大气科学, 1992, 16(4): 482-493.
- [18] 李冰, 董宝磊, 孙秀恒, 等. 1956-2014 年铁岭县降水变化趋势分析[J]. 现代农业科技, 2017(16): 169-170+172.
- [19] 杨延志, 黄小燕, 林确略. 玉林市近 60 年气温变化特征分析[J]. 农业灾害研究, 2020, 10(3): 47-50.
- [20] 冯祥. 张家川县 40 年气温、降水变化特征研究[J]. 农业灾害研究, 2021, 11(7): 64-66.