

1990~2021年马鬃山气温变化特征分析

何俭翔

哈尔滨师范大学地理科学学院, 黑龙江 哈尔滨

收稿日期: 2024年3月11日; 录用日期: 2024年5月20日; 发布日期: 2024年5月27日

摘要

全球变暖升温趋势明显, 气温和降水是气候变化最基本、最直接的要素, 直接影响了人类的生产生活, 本文基于1990~2021年马鬃山气象站点逐日观测数据, 采用趋势分析、变异系数、距平、Mann-Kendall检验等方法分析了马鬃山地区气温、最高气温、最低气温年际变化规律。研究结果表明: 1) 1990~2021年马鬃山地区气温与最高气温呈显著增加趋势, 最低气温呈不显著减少趋势。马鬃山地区近30年来变化幅度较为波动, 呈现出一个持续增温的趋势。2) 21世纪00年代以后, 气温呈现增温趋势, 在全球气候变暖的背景下, 马鬃山地区气温年际变化幅度相对较大, 该地区受气候变化影响较为明显。3) 21世纪受气候变暖影响, 气温呈现明显的增温趋势, 其中21世纪10年代受气候变暖影响相对较大。但最低气温变化趋势相反, 21世纪00年代和21世纪10年代最低气温由相对偏高期转为相对偏低期, 并在21世纪10年代降温趋势减弱。

关键词

气温, 变化特征, 马鬃山, 年均气温

Characterization of Temperature Change in the Mazong Mountains from 1990 to 2021

Jianxiang He

College of Geographic Sciences, Harbin Normal University, Harbin Heilongjiang

Received: Mar. 11th, 2024; accepted: May. 20th, 2024; published: May. 27th, 2024

Abstract

The global warming and heating trend is obvious, temperature and precipitation are the most basic and direct elements of climate change, which directly affect human production and life. Based

on the daily observation data of the meteorological stations in the Mazong Mountains from 1990 to 2021, this paper analyzes the inter-annual air temperature, maximum air temperature, and minimum air temperature of the Mazong Mountains area by using the trend analysis, the coefficient of variation, the distance level, and the Mann-Kendall test. The results of the study showed that The results of the study show that: 1) from 1990 to 2021, the air temperature and maximum air temperature in the Mazong region showed a significant increasing trend, and the minimum air temperature showed a non-significant decreasing trend. The change amplitude of the Mazong Mountain region in the past 30 years is more fluctuating, showing a continuous warming trend. 2) In the 2000s later, the temperature shows a warming trend, in the context of global warming, the Mazong region temperature inter-annual changes in the magnitude of the relatively large, the region by the impact of climate change is more pronounced. 3) The 21st century was affected by climate warming, and the temperature showed a clear warming trend, in which the 21st century decade was relatively more affected by climate warming. However, the trend of minimum temperature change is opposite, with the minimum temperature in the 2000s and 2010s turning from a relatively high period to a relatively low period, and the cooling trend weakening in the 2010s.

Keywords

Air Temperature, Change Characteristics, Mazong Mountain, Annual Mean Air Temperature

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

气温和降水是气候变化最基本、最直接的要素，深刻影响了人类的生产生活[1]。全球变暖趋势正在持续，气候系统多项关键指标呈加速变化趋势[2]。IPCC 第六次报告指出全球升温趋势明显，1961~2014 年气温以 0.31℃/10a 的速率迅速上升[3]，远高于全球 0.13℃/10a 和中国 0.22℃/10a 的平均水平[4]，平均气温变化范围为 7.20℃~9.81℃，2016 年相对于 1961 年区域增温幅度达 1.5℃ [5]。

甘肃省马鬃山地区气候干燥、年降水量相对较少。因此，研究气候变暖背景下马鬃山地区的气温变化有着重要的研究意义。其变化是对全国乃至全球气候变化的响应，是气候变化的一个具体反映，对马鬃山气温变化特征及规律的研究较为重要。20 世纪 90 年代中期以来，中国各地气温升高较为显著[6] [7] [8]。但在上述研究中，针对马鬃山年平均最高、最低气温的研究分析不多，且研究年份较早。因此，本文选择马鬃山地区为研究区域，基于甘肃省马鬃山气象站点的日数据进行研究，分析 1990~2021 年马鬃山地区多年平均气温、年最高气温、年最低气温时间变化特征，为气候变暖下马鬃山地区气温变化提供了科学的依据。

2. 研究区概况、数据来源与方法

2.1. 研究区概况

马鬃山位于甘肃省北部地区，马鬃山气象站点经纬度位于 97.02°E, 41.48°N，属于大陆性气候，干燥多风，光照充足，降水稀少，蒸发量大。年均降水量为 85.2 mm，蒸发量为 3072.9 mm，多年平均气温为 3.9℃。

2.2. 数据来源

本文选用 1942~2022 年中国地面气象日值数据集，数据来源于美国国家气候数据中心 (<ftp://ftp.ncdc.noaa.gov/pub/data/noaa/isd-lite/>)，数据集中包括气温、气压、露点、风向、风速、云量、降水量八项气象要素。本研究选用 1990~2021 年为研究期，以马鬃山气象站点为本文研究区域，选取年平均气温、年最高及最低气温日时间序列数据。

2.3. 研究方法

2.3.1. 线性趋势法

时间序列存在某种长期趋势，分析长期趋势需拟合趋势线来概括地反映长期趋势变化，本文采用线性趋势法来分析长期趋势分析马鬃山地区多年气温变化趋势，建立一元线性回归方程[9]：

$$y = ax + b$$

式中， a 为线性回归系数，表示数据要素变化速率， a 为正时表示线性变化为上升趋势， a 为负时表示线性变化为下降趋势。

2.3.2. 变异系数

变异系数又称“离散系数”，是概率分布离散程度的归一化量度，定义为标准差与平均值之比，本文采用变异系数来分析多年气温、多年最高气温以及多年最低气温年波动情况[10]，计算公式如下：

$$C_v = \frac{\sigma}{\mu}$$

式中， σ 为标准差； μ 为平均值； C_v 越大，数据波动越大。

2.3.3. Mann-Kendall 突变检验

Mann-Kendall 法是一种非参数统计检验法，在气象领域的趋势分析和突变检验中应用广泛[11]，优点是不需要样本服从一定的分布，也不受少数异常值的干扰，集散也较为方便。本文采用 Mann-Kendall 突变检验，分析马鬃山地区多年气温突变情况。

2.3.4. 滑动平均法

滑动平均法又称移动平均法[12]，在简单平均数法的基础上，通过顺序逐年增减新旧数来计算移动平均值，以消除偶然变动因素，找出事物发展趋势。本研究在将 Mann-Kendall 突变检验与滑动平均法相结合，当突变检验过程中出现多个交点时，可结合滑动平均法来确定转折年份进行综合评判。

3. 结果与分析

3.1. 1990~2021 年气温年际变化特征

1990~2021 年马鬃山地区年平均气温、最高气温、最低气温统计值如表 1 所示。1990~2021 年马鬃山年际平均值为 5.4℃，其中高值出现在 2021 年，为 6.4℃；低值出现在 1993 年，为 4.3℃，二者相差 0.7℃。年最高温、最低温平均值分别为 33℃、-28.2℃。其中最高气温最大值为 35.9℃，最低气温为 28.5℃，分别出现在 2016、1993 年；最低气温最大值、最小值分别为 -24.5℃、-36.8℃，分别出现在 2015 年和 2002 年。马鬃山地区气温变化趋势如图 1(a)~(c)所示，在 30 年间，年平均气温以及年最高气温均呈现显著增加趋势，分别以 0.3℃/10a、0.7℃/10a 速率显著增加($P < 0.05$)。但年最低气温呈现出显著减少趋势，变化速率为 -0.09℃/10a。可见，马鬃山地区气温呈现出增温的趋势，自 21 世纪以来马鬃山地区处于高温状态，21 世纪前气温处于低温状态，该趋势与全球气候变暖的趋势较为一致。

Table 1. Changes in annual mean, maximum and minimum temperatures in the Mazong Mountain region from 1990~2021
表 1. 1990~2021 年马鬃山地区年平均气温、最高气温、最低气温变化值

气温	平均值	最大值、年份	最小值、年份	变异系数
平均气温/°C	5.4	6.4、2021	4.3、1993	0.10
最高气温/°C	33.0	35.9、2016	28.5、1993	0.04
最低气温/°C	-28.2	-24.5、2015	-36.8、2002	-0.11

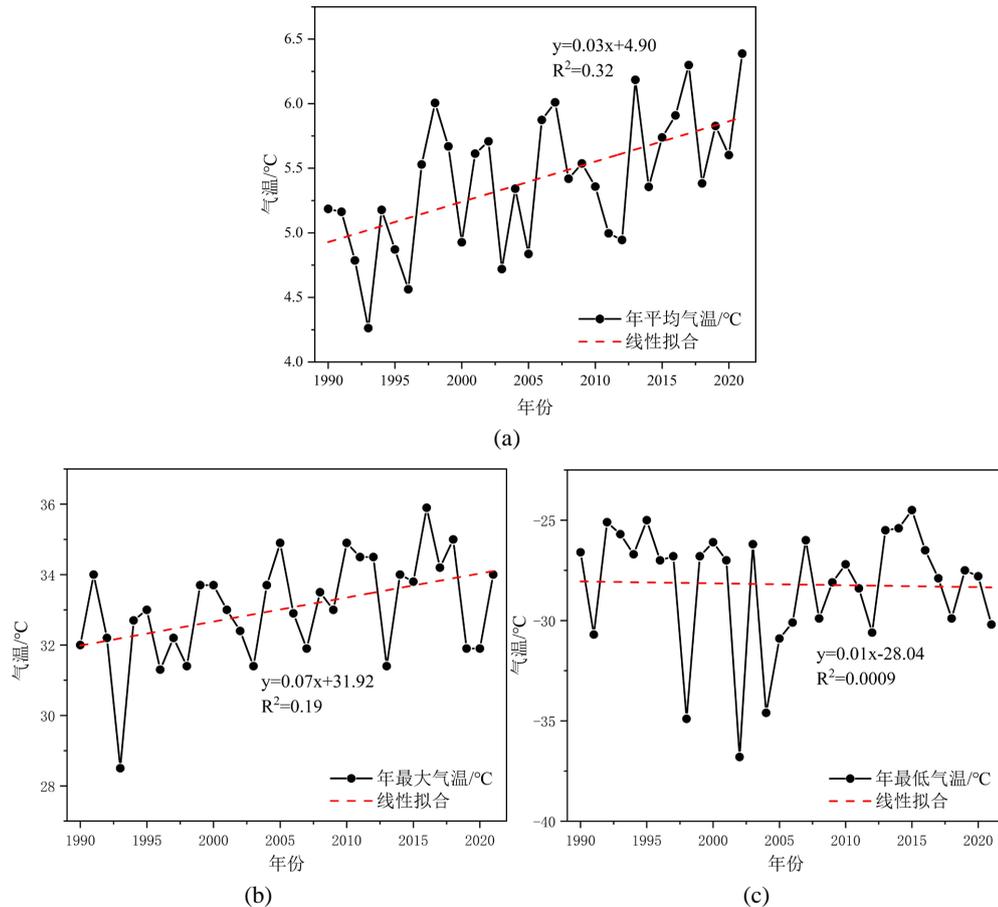


Figure 1. Characteristics of interannual variations of (a) annual mean temperature, (b) annual maximum temperature, and (c) annual minimum temperature in the Mazong Mountain region from 1990~2021

图 1. 1990~2021 年马鬃山地区(a) 年平均气温, (b) 年最高气温, (c) 年最低气温年际变化特征

3.2. 1990~2021 年气温 Mann-Kendall 突变检验

Mann-Kendall 突变结果显示, 1990~2021 年马鬃山地区年平均气温、最高气温、最低气温在显著区间内均发生突变, 结果表明, 马鬃山地区年平均气温在显著区间内存在多个交点, 结合距平来看, 在 2005 年发生突变, 年际气温在 21 世纪初期呈现出波动上升的趋势, 并在 2013 年突破显著区间后, 呈现持续增加的趋势。最高气温在显著区间内存在一个交点, 发生明显的突变, 在 2003 年最高气温发生突变。最高气温在 2012 年之前呈现波动上升趋势, 在此之后持续增加并突破显著性区间。而最低气温较二者突变年份出现推迟的趋势, 显著区间内存在多个交点, 结合距平结果来看在 2013 年发生突变。30 年间最低

气温 21 世纪中期呈现波动下降趋势，并突破显著性区间，但随后呈现波动上升的趋势。可见，马鬃山地区近 30 年来变化幅度较为波动，呈现出一个持续增温的趋势(图 2)。

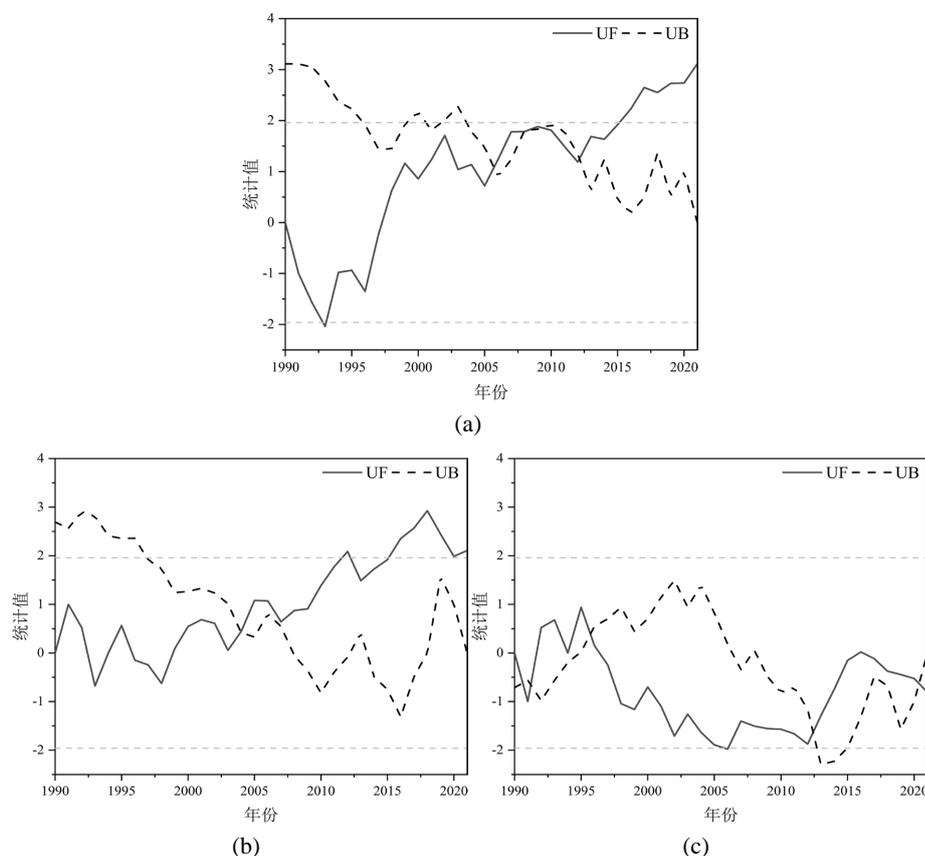


Figure 2. Mann-Kendall mutation in (a) annual mean temperature, (b) annual maximum temperature, and (c) annual minimum temperature in the Mazong Mountain region from 1990~2021

图 2. 1990~2021 年马鬃山地区(a) 年平均气温, (b) 年最高气温, (c) 年最低气温 Mann-Kendall 突变

3.3. 1990~2021 年气温变异系数变化特征

表 2 为马鬃山站点各年代平均气温和年气温最大值变异系数。变异系数可以反映出马鬃山地区气温的稳定性。结果表明，不同年代气温变异系数值存在差异。马鬃山站点年平均气温的变异系数在 0.08 至 0.10 之间，平均变异系数为 0.09。年最大气温的变异系数在 0.03 至 0.05 之间。年平均气温的年代变异系数大于年最大气温。可以看出，马鬃山站点各年代年平均气温和年最大气温表现为弱变异性，说明气温变化波动较为平缓。

Table 2. Coefficient of variation of average temperature and maximum annual temperature at the Mazong Mountain station in different years

表 2. 马鬃山站点各年代平均气温和年气温最大值变异系数

年代	变异系数	
	气温(年均值)	气温(最大值)
1900~1999	0.10	0.05
2000~2009	0.08	0.03
2010~2021	0.08	0.04

3.4. 1990~2021 年气温距平变化特征

1990~2021 年马鬃山地区年平均气温、最高气温、最低气温距平变化如图 3(a)~(c)所示, 结果表明, 年平均气温 20 世纪 90 年代气温相对较低, 在 21 世纪 00 年代由相对较低期转为相对较高期, 21 世纪 10 年代持续增温; 最高气温变化趋势较年平均气温变化趋势一致, 均在 21 世纪 00 年代呈现持续升温趋势。说明, 21 世纪受气候变暖影响, 气温呈现明显的增温趋势, 其中 21 世纪初期受气候变暖影响相对较大。但最低气温变化趋势相反, 21 世纪 00 年代最低气温由相对偏高期转为相对偏低期, 并在 21 世纪 10 年代降温趋势减弱。可见, 全球气候变对气温影响较为明显。

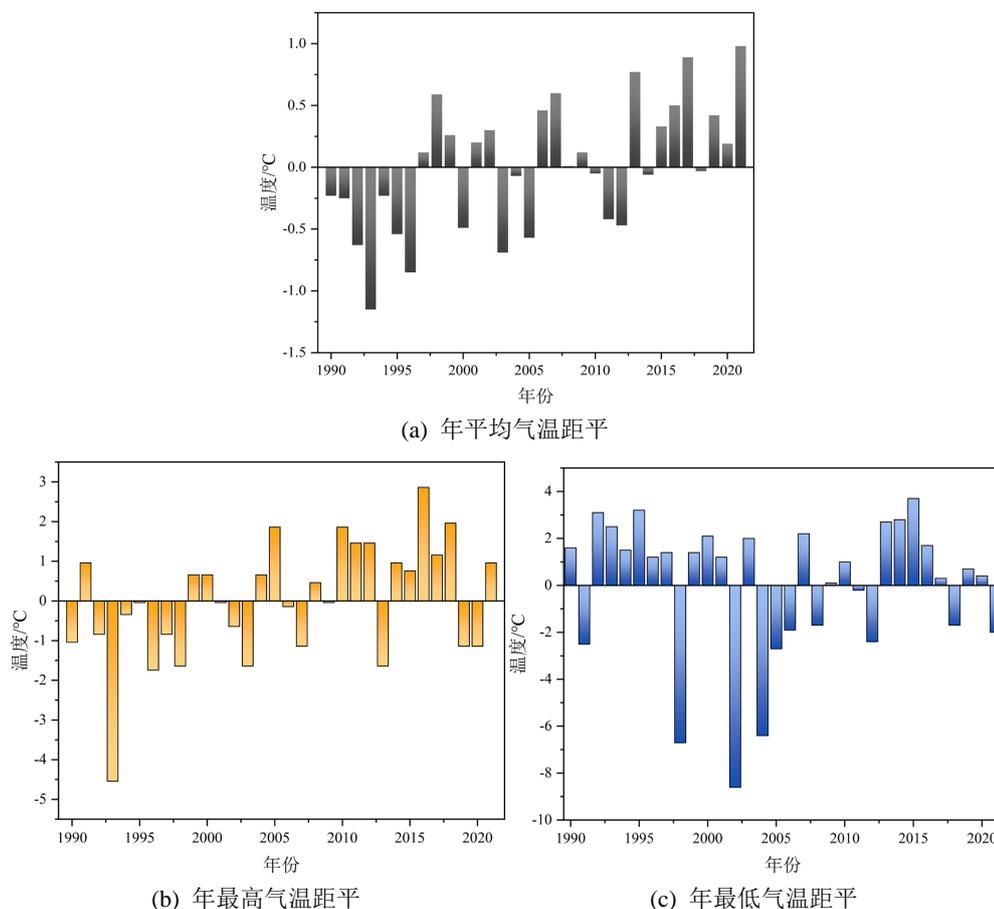


Figure 3. Changes in the distance level of (a) annual mean temperature, (b) annual maximum temperature, and (c) annual minimum temperature in Mazong Mountain region from 1990 to 2021

图 3. 1990~2021 年马鬃山地区(a)年平均气温, (b)年最高气温, (c)年最低气温距平变化

4. 结论

1) 1991~2021 年马鬃山地区 30 年间年平均气温、年最高气温均呈现出显著增加趋势, 但年最低气温呈现不显著降温趋势。从年代际来看, 30 年间最低气温 21 世纪 00 年代和 21 世纪 10 年代呈现波动下降趋势, 并突破显著性区间, 但随后呈现波动上升的趋势。马鬃山地区近 30 年来变化幅度较为波动, 呈现出一个持续增温的趋势。

2) 在 21 世纪 00 年代以后, 气温呈现增温趋势, 在全球气候变暖的背景下, 马鬃山地区气温年际变化幅度相对较大, 该地区受气候变化影响较为明显。

3) 21 世纪受气候变暖影响, 气温呈现明显的增温趋势, 其中 21 世纪 10 年代受气候变暖影响相对较大。但最低气温变化趋势相反, 21 世纪 00 年代和 21 世纪 10 年代最低气温由相对偏高期转为相对偏低期, 并在 21 世纪 10 年代降温趋势减弱。全球气候变对气温影响较为明显。

参考文献

- [1] 任国玉, 初子莹, 周雅清, 等. 中国气温变化研究最新进展[J]. 气候与环境研究, 2005, 10(5): 701-716.
- [2] 乔琴, 杨晓玲, 陈海贝, 等. 1961-2020 年甘肃省乌鞘岭气候变化特征分析[J]. 中南农业科技, 2023, 44(7): 105-111.
- [3] 晏利斌. 1961-2014 年黄土高原气温和降水变化趋势[J]. 地球环境学报, 2015, 6(5): 276-282.
- [4] 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(6): 942-956.
- [5] 豆明玉, 段克勤, 石培宏, 等. 基于 CMIP6 多模式的黄土高原气温变化模拟评估及情景预估[J]. 水土保持研究, 2024, 31(2): 158-167.
- [6] 任国玉, 初子莹, 周雅清, 等. 中国气温变化研究最新进展[J]. 气候与环境研究, 2005(4): 701-716.
- [7] 李庆祥, 董文杰, 李伟, 等. 近百年中国气温变化中的不确定性估计[J]. 科学通报, 2010, 55(16): 1544-1554.
- [8] 左敏, 陈洪武, 江远安, 等. 新疆近 50a 气温变化趋势和演变特征[J]. 干旱气象, 2010, 28(2): 160-166.
- [9] 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: 37-41.
- [10] 吴媚, 顾赛赛. 变异系数的统计推断及其应用[J]. 铜仁学院学报, 2010, 12(1): 139-144.
- [11] 田海峰, 秦耀辰, 李国栋, 等. 基于小波和 M-K 的豫东农区近 60 年气温变化的多时间尺度分析[J]. 中国农学通报, 2013, 29(35): 329-338.
- [12] 段晓瞳, 王溢梅, 杜军军, 等. 清徐县 1960-2019 年气温变化特征分析及其对农业的影响[J]. 中国农学通报, 2023, 39(26): 116-122.