

文章编号: 1674-2184(2025) Z1-0050-09

峨眉山 1951—2023 年气候变化分析

曾惠雨¹, 张勇^{1*}, 黄郑雯², 贾净翔¹, 王会兵², 岑思弦³

(1. 四川省乐山市气象局, 乐山 614000; 2. 四川省峨眉山国家基准气候站, 峨眉山 614200; 3. 中国气象局成都高原气象研究所/高原与盆地暴雨旱涝灾害四川省重点实验室, 成都 610072)

摘要: 利用峨眉山基准气候站 1951—2023 年气温、降水和风向风速数据, 研究了峨眉山的气候变化特征。结果表明: (1) 峨眉山平均气温、极端最高和极端最低气温呈现上升趋势, 秋季增暖速度最快, 极端最低气温对气候变化更加敏感; (2) 峨眉山年降水量总体呈显著下降趋势, 但春季降水量呈微弱上升趋势, 夏季降水量远大于其余季节; (3) 峨眉山风速整体呈现下降趋势, 但东风呈现微弱的上升趋势; (4) 峨眉山 1953—1981 年主导风为东南风, 此后主导风向发生了明显变化。

关键词: 峨眉山; 气候变化; 线性趋势

中图分类号: P467

文献标识码: A

doi: 10.3969/j.issn.1674-2184.2025.Z1.009

引言

近年来, 全球气候变化加剧, 极端天气事件频繁发生。气候变化越来越受到社会的关注, 同时也成为了全球大气研究的重点内容。气候变化增加了极端天气事件的频率和强度, 严重影响人类生产和生活, 以及社会经济的可持续发展。联合国政府间气候变化专门委员会第六次评估报告指出, 2011—2020 年全球地面温度比 1850—1900 年高出 1.1 °C, 未来极端事件发生频率和强度可能会增多、增大。在全球变暖的背景下, 区域气候变化因其复杂的不确定性和灾害的严重性而成为人类社会最关注的问题之一^[1]。王遵娅等^[2]对中国 740 个站的温度、降水、湿度、风速和气压的变化特征进行了分析, 发现全国平均气温在 20 世纪 80 年代后升温更加明显; 全国年均总降水量波动略有减少; 中国大部分地区的风速都呈现显著减小的趋势, 主要原因是亚洲冬季风和夏季风的减弱。潘筱龙等^[3]对南岳高山气象站 1953—2010 年风速的研究发现, 南岳高山站的风速呈现明显减小的趋势。

峨眉山地处邛崃山系尾部, 位于峨眉山市城区西南方, 峨眉山基准气候站(以下简称峨眉山站)位于峨眉山金顶金刚岩处, 海拔 3069.9 m, 属于中亚热带季风气候, 受东亚季风以及印度西南季风的影响^[4]。测站四周空旷, 其余深丘均在视平线以下, 该站所受地形、地物影响较小, 其观测资料能代表 700 hPa 自由

大气的各气象要素变化情况。郭洁^[5]研究了 1951—2000 年峨眉山夏季降水与海温、季风、西太平洋副高和阻塞高压等的相关关系, 并初步形成了峨眉山夏季降水预测的模型。吕晶等^[6]对峨眉山及其周边地区 1959—2016 年的降水做了气候特征分析, 发现峨眉山与周边地区的降水变化趋势基本一致, 降水量和雨日在 20 世纪 90 年代后显著减少, 但峨眉山减少程度显著大于其周边地区。常娜等^[7]对峨眉山 2019—2020 年近地面风速、垂直风廓线、感热通量、潜热通量和蒸散发等气象要素特征进行了研究。吕钊等^[8]对峨眉山地区冬季地表能量交换特征进行了研究, 发现峨眉山地区冬季感热通量占主导, 地表反照率日变化呈“U”型, 地表能量不闭合现象较为显著。作为全国 7 个高山气象站之一, 其特殊的地理位置及高度, 使得峨眉山区域天气气候及其变化的研究具有特殊性与不可替代性, 对于我国西南地区天气预报和气候预测具有重要指示意义^[9]。目前, 对于峨眉山气候的研究主要集中在降水量、降水强度^[9-10]、气候景观^[11]及气候适宜度^[12]等方面, 针对峨眉山长时间气候特征分析的研究较少。因此, 利用峨眉山站 1951—2023 年长时间序列气象要素的观测资料, 分析峨眉山站气温、降水和风向风速的变化特征及趋势, 对峨眉山近 72 年气象要素的变化进行深入的研究, 提高对峨眉山及 700 hPa 高度气候变化的认识, 改善天气气候预报水平, 为有效应对区域及全球气候变化及其影响, 增强旅游气象服务能力, 保障地方经济发展提

收稿日期: 2025-02-24

作者简介: 曾惠雨, 助理工程师, 主要从事中短期天气预报及气候变化研究。E-mail: z845014213@163.com

通讯作者: 张勇, 高级工程师, 主要从事气候变化及天气预报研究。E-mail: 251008218@qq.com

供有力支撑。

1 资料与方法

1.1 资料

气象资料为峨眉山国家基准气候站 1951—2023 年气温、降水和风向风速资料。峨眉山站位于峨眉山金顶 (103°20'8"E、29°31'17"N), 海拔 3069.9 m。1951—2003 年为人工观测数据, 2004—2023 年为自动站观测数据, 1954 年之前峨眉山气象站位于峨眉山千佛山顶, 1954 年迁至峨眉山金顶金刚岩处, 此处与原千佛山顶直线距离约 400 m, 高度差约 67 m。季节划分为: 冬季 (12 月—次年 2 月)、春季 (3—5 月)、夏季 (6—8 月) 和秋季 (9—11 月)。极端最高气温为年内日最高气温的最大值, 极端最低气温为年内日最低气温的最小值。

1.2 方法

采用线性趋势、Mann-Kendal (M-K) 检验法分析峨眉山气象站的各气象因子的变化趋势和突变情况。

1.2.1 气候倾向率

气象要素随时间变化采用一次线性拟合:

$$y = ax + b \quad (1)$$

式中: y 为所研究气象要素的值; x 为时间序列, 即 1951—2023 年; 气候倾向率为 $a \times 10$, 单位为: 所研究气象要素单位/10 a。当气候倾向率 > 0 时, 说明所研究气象要素的值随时间呈现上升趋势; 当气候倾向率 < 0 时, 说明所研究气象要素的值随时间呈现减少趋势。

1.2.2 Mann-Kendal (M-K) 检验法

Mann-Kendal 检验法 (简称 M-K 检验法) 是一种非参数统计检验方法, 用在了各种气象分析中, 是一种常用的检查突变点的方法^[6, 13-14], 优点在于可以明确突变点开始的时间, 且检测范围宽、定量化程度较高^[15-16]。

对于具有 n 个样本量的时间序列 x , 构造一秩序列:

$$s_k = \sum_{i=1}^k r_i (k = 2, 3, \dots, n) \quad (2)$$

$$\text{其中 } r_i = \begin{cases} 1, & x_i > x_j \\ 0, & x_i \leq x_j \end{cases} (j = 1, 2, \dots, i)$$

定义统计量, 假定时间序列随机独立:

$$UF_k = \frac{[s_k - E(s_k)]}{\sqrt{\text{Var}(s_k)}} (k = 1, 2, \dots, n) \quad (3)$$

其中 $UF_1=0$, $E(s_k)$, $\text{Var}(s_k)$ 是累积数 s_k 的均值和方差, 在时间序列 x 连续分布且相互独立时:

$$E(s_k) = \frac{n(n+1)}{4} \quad (4)$$

$$\text{Var}(s_k) = \frac{n(n-1)(2n+5)}{72} \quad (5)$$

按时间序列 x 逆序再重复上述过程, 使 $UB_k = -UF_k (k = n, n-1, \dots, 1, UB=0)$ 。当两条曲线 UB_k 和 UF_k 在显著性水平临界线之间出现交点, 该交点对应的时刻则为气候突变开始的时间。

2 结果分析

2.1 1951—2023 年峨眉山气温的变化特征

2.1.1 气温的年际变化特征

图 1a 是 1951—2023 年峨眉山站年平均气温的变化特征。近 73 年峨眉山气温平均值为 3.3 °C, 平均气温最大值为 4.8 °C, 出现在 2023 年; 最小值为 2.3 °C, 出现在 1976 年。1951—2023 年, 峨眉山年平均气温呈上升趋势, 气候倾向率为 0.15 °C/10 a, 通过了 95% 水平的显著性检验, 且与全国甚至全球气候变暖趋势一致, 但低于全国平均升温速率 (0.16 °C/10 a)^[17] 和全球平均升温速率 (0.202 °C/10 a)^[18]。使用 M-K 检验法对 1951—2023 年峨眉山平均气温的突变点检验发现, 峨眉山平均气温在 2003 年左右开始发生突变, 且突变发生后的升温幅度 (0.21 °C/10 a) 大于突变发生前 (0.06 °C/10 a), 说明峨眉山站的气候变暖在近 20 年有明显加强, 峨眉山站平均气温在 21 世纪初期呈现出更为显著的上升趋势。

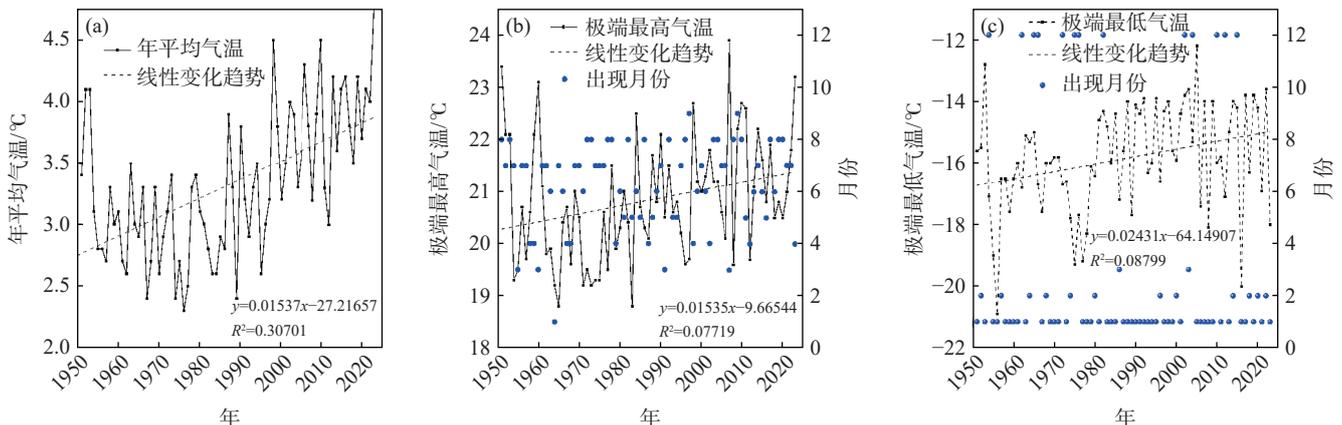


图 1 1951—2023 年峨眉山年均气温 (a)、极端最高气温 (b)、极端最低气温 (c) 的年际变化及线性趋势

图 1b 展示了 1951—2023 年峨眉山站年平均极端最高气温的时间变化特征。峨眉山极端最高气温的平均值为 20.8 °C, 最大值为 23.9 °C (出现在 2007 年), 最小值 18.8 °C (出现在 1965 年和 1983 年)。1951—2023 年, 峨眉山站极端最高气温呈波动上升趋势, 气候倾向率为 0.15 °C/10 a, 通过 95% 水平的显著性检验, 极端高温事件愈发严重。峨眉山站的极端最高气温主要出现在夏季, 少部分出现在春、秋季, 但 1964 年峨眉山站极端最高气温出现在 1 月, 为 19.2 °C。通过 M-K 检验可知, 峨眉山站极端最高气温在 1997 年左右开始发生突变, 1997 年后峨眉山站极端最高气温升温幅度不明显, 且小于突变发生前 (0.11 °C/10 a)。

从极端最低气温的变化情况 (图 1c) 来看, 峨眉山站极端最低气温呈明显上升趋势, 气候倾向率为 0.24 °C/10 a, 通过 95% 水平的显著性检验。峨眉山极端最低气温的平均值为 -15.9 °C, 最大值为 -12.2 °C (出现在 2005 年), 最小值为 -20.9 °C (出现在 1956 年)。随着气候变化, 峨眉山高山地区极端最低气温越来越高, 极端最低气温的升温速率高于极端最高气温升温速率, 对峨眉山气候变暖的贡献更大, 陈恬宇等^[19]也发现中国大部分区域极端最低气温的升幅比极端最高气温高。1951—2023 年, 峨眉山站年内极端最低气温主要出现在冬季, 少部分出现在春季或秋季。通过 M-K 检验可知, 峨眉山极端最低气温在 1984 年左右发生突变, 突变发生前最低气温的升温速率略大于突变发生后。通过对比可以发现, 峨眉山极端最低气温 (1984 年) 发生突变的时间早于平均气温 (2003 年)、极端最高气温 (1997 年), 峨眉山极端最低气温对气候变暖等极端事件响应时间相对较早且对气候变化更加敏感。

2.1.2 气温的年内变化特征

分析峨眉山气温年内变化 (图 2) 可知, 峨眉山年平均气温、极端最高气温、极端最低气温的年内变化呈单峰型, 最大值均出现在 7 月, 最小值出现在 1 月。平均气温在春季和冬季误差较大, 变化幅度更大, 极

端最高气温的误差变化比平均气温和极端最低气温更明显, 变化幅度更大。

2.1.3 气温的季节变化特征

图 3 为峨眉山 1951—2023 年四个季节年平均气温、极端最低气温和极端最高气温的年际变化, 四个季节的平均气温均呈现波动上升趋势, 且均通过 95% 水平的显著性检验, 秋季变暖趋势最明显。从峨眉山 1951—2023 年四季极端最高和最低气温变化来看, 四个季节的极端最高和最低气温均呈现上升趋势, 且秋季极端最高气温的气候倾向率最大, 变暖最为明显。

2.2 1951—2023 年峨眉山降水的变化特征

2.2.1 降水的年际和年内变化特征

从图 4a 中可以得知, 1951—2023 年峨眉山年降水量呈下降趋势, 气候倾向率为 -48.9 mm/10 a, 通过 99% 水平的信度检验。1951—2023 年峨眉山降水量平均值为 1792.6 mm。降水最少的年份为 2000 年, 仅 1183 mm, 最多年份为 1961 年, 降水量为 2501 mm。通过峨眉山年际降水的 M-K 突变检验结果发现, 1969 年后的降水量的减少趋势更加显著。从 1951—2023 年峨眉山年内降水的变化 (图 4b) 可以看出, 峨眉山降水量呈现单峰型变化: 1 月降水量为一年之中最少 (仅为 15.6 mm), 之后降水量增加, 直至 8 月达到一年中的最大值 (433.5 mm), 雨季和旱季区分较为明显。

2.2.2 降水的季节变化特征

从季节变化来看, 1951—2023 年峨眉山仅春季降水量呈微弱上升趋势, 气候倾向率为 5.3 mm/10 a (图 5)。通过 M-K 突变检验 (图略) 可知, 峨眉山春季降水量的突变点出现在 2018 年, 1951—2018 年峨眉山春季降水增加趋势较为缓慢, 2018 年后增幅较大。从图 5 中可以明显看出: 峨眉山夏季降水量远大于其余季节, 1951—2023 年的降水量平均值为 1031.1 mm, 呈波动下降趋势, 气候倾向率为 -34.5 mm/10 a, 通过了 99% 水平的显著性检验, 其中 2022 年夏季降水量仅为 552.6 mm, 首次低于春季降水量 (594.8 mm); 1951—2023 年峨眉山秋季和冬季降水量均呈下降趋

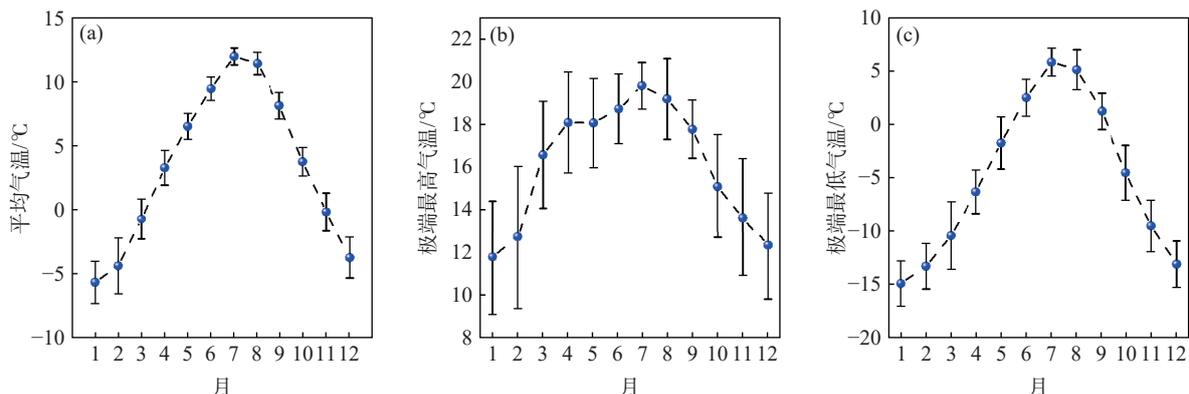


图 2 1951—2023 年峨眉山年平均气温 (a)、极端最高气温 (b)、极端最低气温 (c) 的年内变化

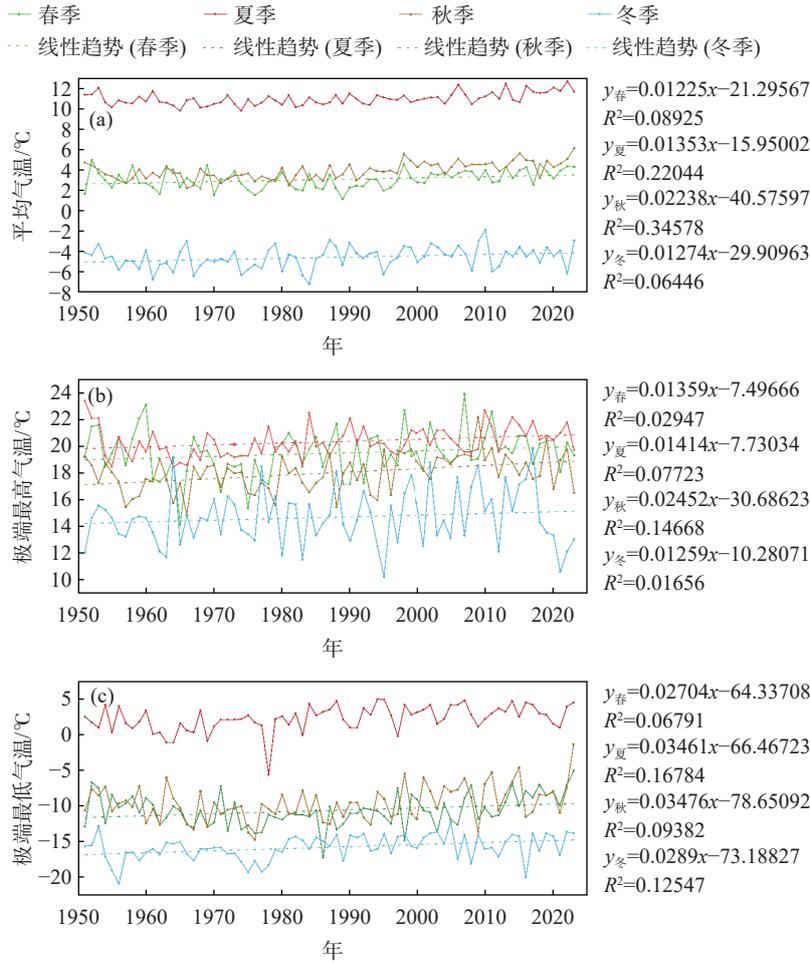


图 3 1951—2023 年峨眉山四个季节平均气温 (a)、极端最高气温 (b)、极端最低气温 (c) 的 annual 变化

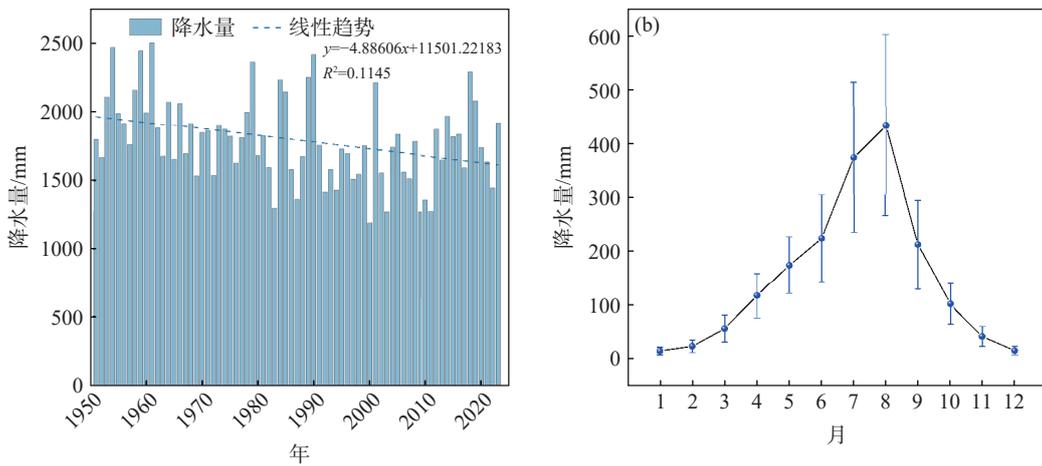


图 4 1951—2023 年峨眉山降水量年际 (a) 和年内 (b) 变化

势, 冬季降水量为一年中最少, 平均值仅为 56.0 mm。但通过 M-K 突变检验(图略)发现, 峨眉山冬季降水量在 1951—1962 年呈现上升趋势, 1962—2023 年呈现下降趋势。

2.3 1951—2023 年峨眉山站风向风速的变化特征

2.3.1 平均风速的年际和年内变化特征

从图 6 来看, 1951—2023 年峨眉山站的平均风

速呈现下降的趋势, 多年平均为 3.3 m/s, 风速减小趋势与中国其他城市、高山地区和全国的总体情况类似^[20-21]; 气候倾向率为 $-0.04 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}/10 \text{ a}$, 年平均风速最小值出现在 1951 年为 1.8 m/s, 最大值出现在 1980 年为 4.1 m/s。其中, 1951—1954 年年平均风速有上升的趋势, 由 1.8 m/s 上升到 3.5 m/s。经查询峨眉山气象记录得知, 1951 年峨眉山站位于千佛山顶, 1954 年

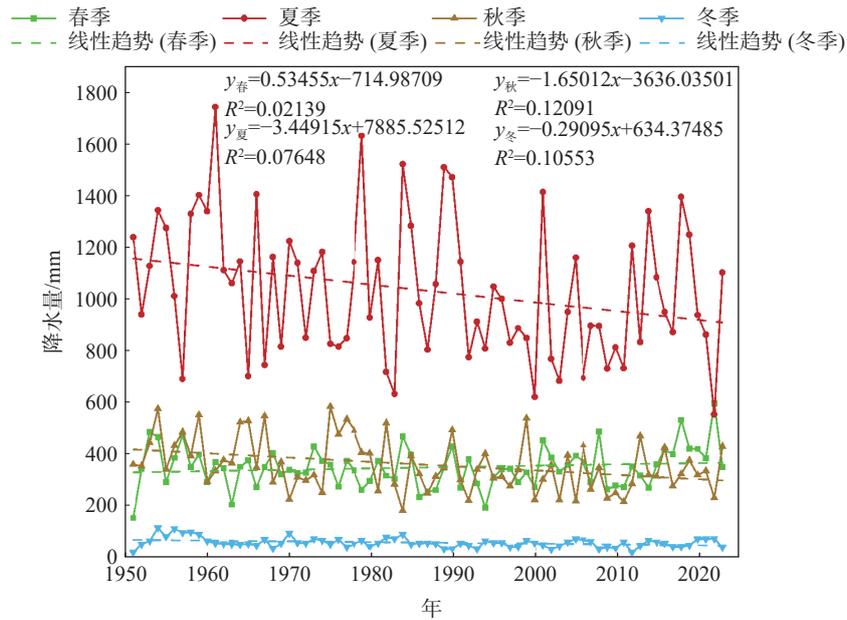


图 5 1951—2023 年峨眉山四个季节降水量的年际变化

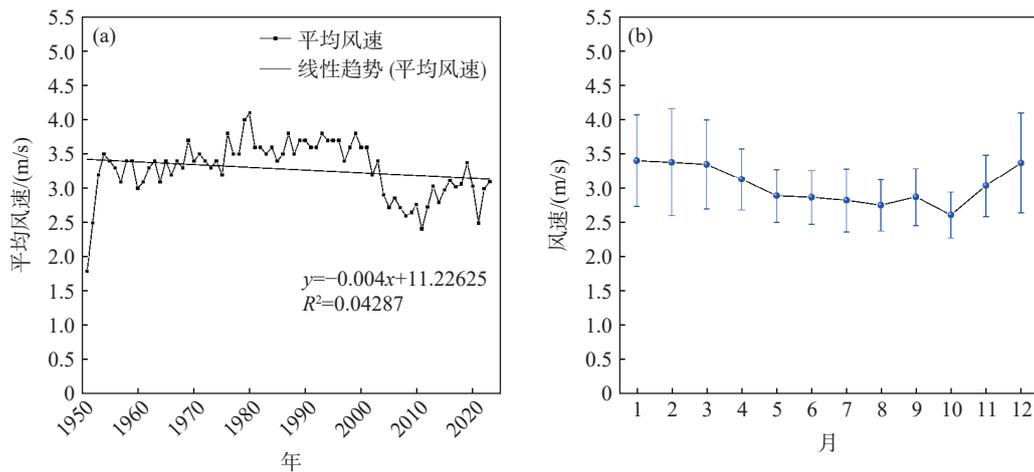


图 6 1951—2023 年峨眉山风速年际 (a) 和年内 (b) 变化

迁至金顶处, 此处与原千佛山顶直线距离约 400 m, 高度差约 67 m, 迁至金顶处后再无移动, 现址开阔, 符合气象探测环境要求, 而千佛山原址周围有部分大树遮挡, 导致测得风速较低。

一年之中, 峨眉山站最大平均风速出现在 1 月, 为 3.4 m/s, 10 月的平均风速最小, 为 2.6 m/s。峨眉山 12 月至次年 1—3 月为一年中风速最大的时候。从 4 月开始风速下降, 5—8 月风速变化较为平缓, 平均风速都在 3 m/s 以下, 10 月达到一年中风速最小的月份, 此后风速上升。

2.3.2 平均风速的季节变化特征

从四个季节的平均风速年际变化(图 7)来看, 四个季节的平均风速都呈现出减弱的趋势, 但仅夏季的减弱趋势通过了 95% 水平的显著性检验, 气候倾向率为 $-0.05 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}/10 \text{ a}$ 。夏季和秋季平均风速最小,

为 3.1 m/s, 冬季最大为 3.6 m/s, 春季风速平均为 3.4 m/s。春夏秋三季的风速年代际变化较为一致, 1955—2000 年风速并没有明显增强或减弱趋势, 呈现波动变化。但 2000—2010 年, 风速有明显的减弱趋势, 其中秋季减弱最多, 由 3.5 m/s 减弱到 2.2 m/s, 2010 年后春季和秋季有一波动增强的趋势, 但夏季增强并不明显。冬季的风速年际变化与其他季节不同, 冬季的风速波动幅度较大, 最大值达到 5.0 m/s, 出现在 1980 年。1980 年之前冬季风速呈现出波动增强的趋势, 1998—2007 年风速骤减, 从 4.1 m/s 减弱到 2.1 m/s, 此后又呈现出波动增强的状态, 2019 年风速达到 4.2 m/s。

2.3.3 不同风向风速的年际变化特征

从峨眉山站 1951—2023 年的八个不同风向的风速年际变化(图 8)可以看出, 除东风呈现微弱的增强

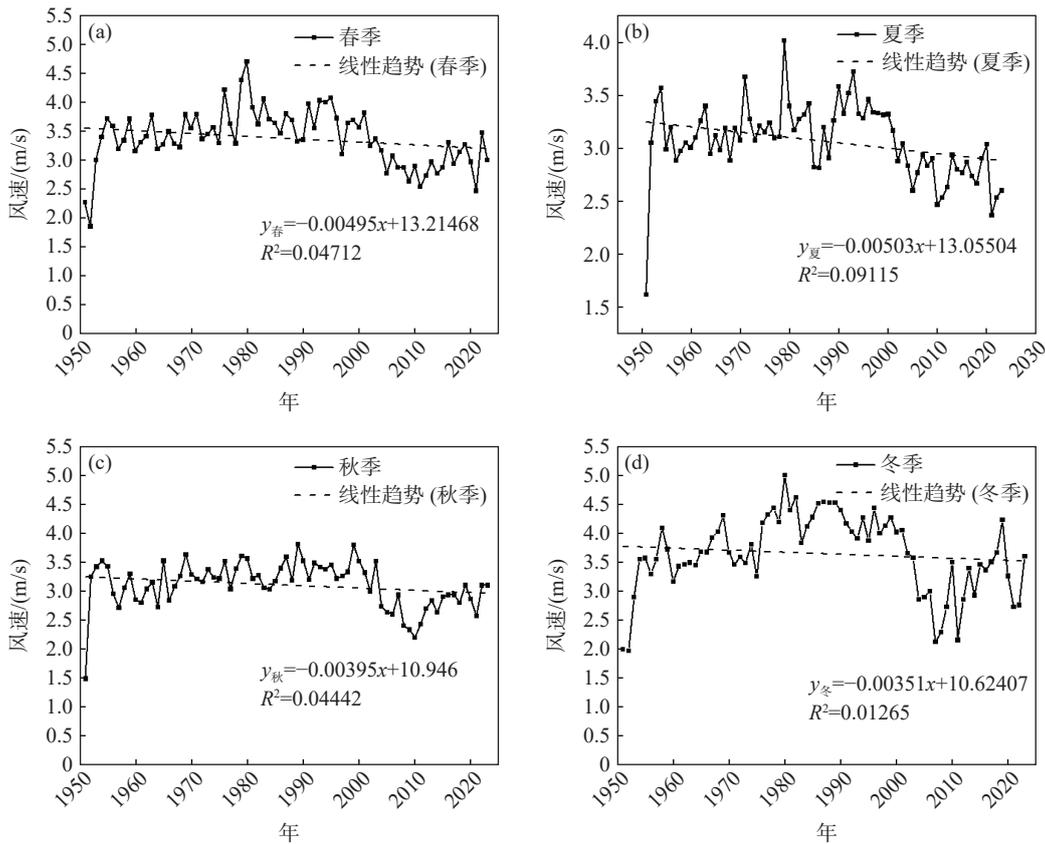


图7 1951—2023年峨眉山春季(a)、夏季(b)、秋季(c)和冬季(d)风速的年际变化,

趋势外,其余7个风向的风速都呈现减弱趋势,尤其是东南风和西北风减弱趋势较为明显,且通过了99%水平的显著性检验;南风、西风、东风和西南风风速的年际变化不明显,但南风在20世纪60年代至90年代的风速波动变化较大,最大值在1969年可达5.0 m/s;西南、西北、东南和东北风风速在2000年左右均有一骤减时期。从风速平均值可以发现,西北风平均值较大,东风风速显著小于其余方向风的风速,72年平均值仅为2.0 m/s,南风和西南风近年来增强趋势最为明显。

2.3.4 风向的年际变化特征

图9展示了峨眉山站1951—2023年最多风向的变化情况(去除静风),选取了风向频率最大的作为最多风向,由于1981年之后峨眉山往往有两个最多风向,在1981年后统计了风向频率最多的两个风向作为最多风向。分析可知:1951—1952年,峨眉山站主导风向为西风;1953—1981年,峨眉山站的主导风向为东南风,最大占比为15%;1983—1989年,峨眉山站主导风向为东南风和西北风;1990—2001年峨眉山主要转为西北风和西南风主导;2004—2013年,峨眉山主要风向为东南风、西北风和西风,其中西风在2010年占比达到最大为25%;2015年后,峨眉山又转为西南风和西北风主导。从图中可以看出,最多风向的频率从2003年之后开始增加,说明峨眉山站主导风向发

生了明显变化。

3 结论

本文基于1951—2023年峨眉山站气象资料,采用趋势分析、M-K检验等方法,分析了峨眉山气温、降水、风向风速的年际、年内和季节变化特征,得到以下主要结论:

(1)近73年峨眉山气温呈现上升趋势,气候倾向率为 $0.15\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$,峨眉山气温在2003年发生突变,突变点后的升温幅度明显大于突变点前,21世纪初升温最为明显。从极端气温的变化来看,峨眉山极端最高气温和极端最低气温呈现波动上升趋势。峨眉山极端最低气温对气候变暖等极端事件响应时间相对较早、对气候变化更加敏感。

(2)峨眉山平均气温、极端最高气温、极端最低气温的年内变化呈单峰型,最大值均出现在7月,最小值出现在1月。极端最高气温的变化幅度更大;峨眉山1951—2023年平均气温、极端最高气温和极端最低气温的季节变化也均呈现出上升趋势,且秋季增暖速度最快。

(3)1951—2023年峨眉山年降水量平均值为1792.6 mm,总体呈显著下降趋势,气候倾向率为 $-48.9\text{ mm}/10\text{ a}$,最大值出现在1961年,年总降水量为2501 mm,最小值出现在2000年,年总降水量仅为

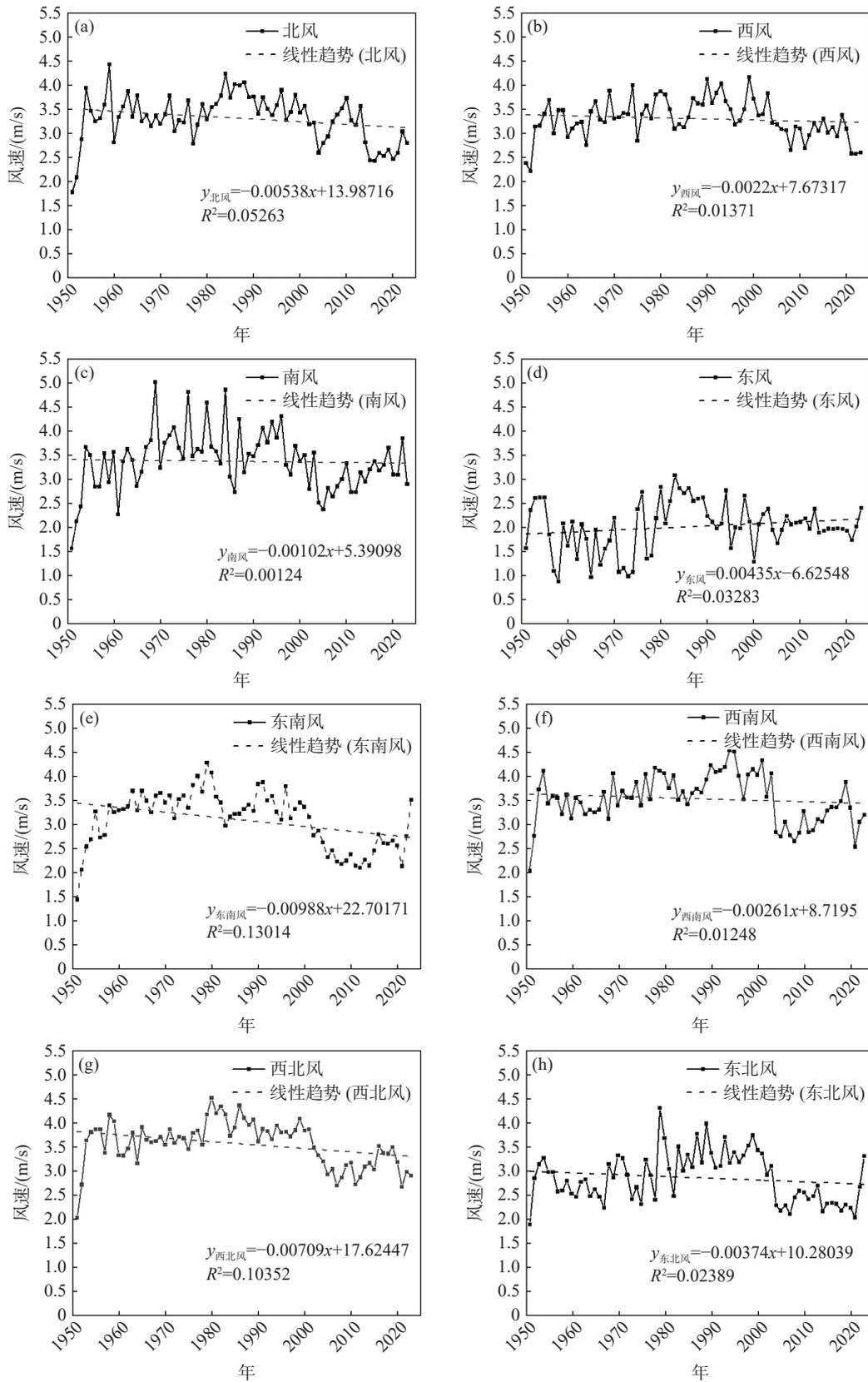


图 8 1951—2023 年峨眉山北风 (a)、西风 (b)、南风 (c)、东风 (d)、东南风 (e)、西南风 (f)、西北风 (g) 和东北风 (h) 的风速年际变化

1183 mm。降水量在 1969 年发生突变, 突变点后降水减少趋势更加显著。峨眉山降水量的年内变化为单峰型变化, 1—8 月降水量增加, 8 月之后降水量减少。

(4) 峨眉山夏、秋、冬季的降水量均为下降趋势, 仅春季降水量呈微弱上升趋势, 气候倾向率为 5.3 mm/10a, 且在 2018 年后降水量增幅较大。夏季降水量平均值

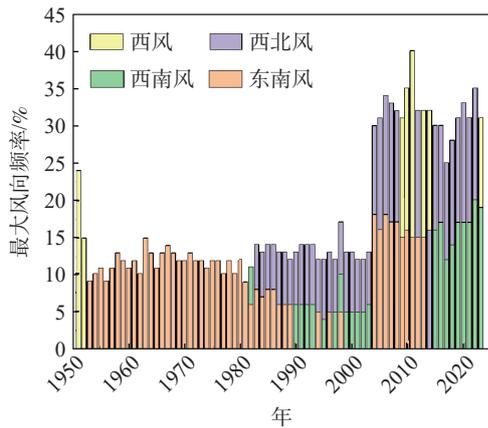


图9 1951—2023年峨眉山最大风向频率年际变化

远大于其余季节,但在2022年夏季降水量首次低于春季降水量。

(5)1951—2023年,峨眉山的风速呈现下降趋势,气候倾向率为 $-0.04 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}/10 \text{ a}$,风速多年平均值为 3.3 m/s ,风速最小值为 1.8 m/s ,风速最大值 4.1 m/s 出现在1980年。风速的年内变化起伏较小,最大风速出现在1月为 3.4 m/s ,最小风速出现在10月为 2.6 m/s 。对比峨眉山四个季节风速的变化来看,四个季节风速都呈现减弱趋势,仅夏季的下降趋势通过了95%水平的显著性检验,对比峨眉山1951—2023年八个不同风向的风速年际变化来看,除东风呈现微弱的上升趋势外,其余7个风向的风速都呈现下降趋势,其中东南风和西北风下降趋势较为明显。峨眉山1953—1981年东南风的风向频率最大,此后峨眉山主要有两个最多风向,主导风向发生了明显变化。

参考文献

- [1] Suman A. Role of renewable energy technologies in climate change adaptation and mitigation: A brief review from Nepal[J]. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2021, 151(100-2): 111524
- [2] 王遵娅,丁一汇,何金海,等.近50年来中国气候变化特征的再分析[J].*气象学报*,2004,62(2):228-236
- [3] 潘筱龙,叶成志,张剑明,等.近58 a南岳高山站气候变化特征分析[J].*南京信息工程大学学报(自然科学版)*,2015,7(1):68-78
- [4] 管增艳,石松林,金亚宁,等.四川峨眉山不同年龄冷杉径向生长对气候变化的响应差异[J].*山地学报*,2023,41(1):56-67
- [5] 郭洁.峨眉山夏季降水与主要影响因子的相关分析[J].*气象*,2005,31(5):59-62
- [6] 吕晶,李忠贤,李跃清,等.峨眉山及其周边地区降水气候特征研究[J].*高原气象*,2018,37(6):1544-1562
- [7] 常娜,李茂善,王灵芝,等.峨眉山地区近地层微气象特征研究[J].*高原气象*,2022,41(1):226-240
- [8] 吕钊,李茂善,刘啸然,等.青藏高原东缘峨眉山地区冬季地表能量交换特征研究[J].*高原气象*,2020,39(3):445-458
- [9] 吕晶,李跃清,邹槟骏,等.1959—2016年峨眉山和周边地区不同量级降水变化特征[J].*干旱气象*,2018,36(2):243-255
- [10] 刘开发.峨眉山气候研究[J].*绵阳农专学报*,1992,9(3):44-48
- [11] 郭洁.峨眉山旅游气候研究[J].*成都信息工程学院学报*,2002,17(2):109-115
- [12] 张勇,陈兰英,刘婷,等.峨眉山景区负氧离子浓度变化特征及预测模型研究[J].*气象与环境学报*,2018,34(2):61-68
- [13] 韩熠哲,马伟强,王炳赟,等.青藏高原近30年降水变化特征分析[J].*高原气象*,2017,36(6):1477-1486
- [14] 张柳红,伍红雨,向昆仑,等.1961—2021年粤港澳大湾区暴雨气候变化特征[J].*中山大学学报(自然科学版)*,2023,62(4):32-44
- [15] 魏凤英.现代气候统计诊断与预测技术(第二版)[M].北京:气象出版社,2007
- [16] 符霖斌,王强.气候突变的定义和检测方法[J].*大气科学*,1992,16(4):482-493
- [17] 赵月阳,董腾.中国气候风险指数不断升高[J].*生态经济*,2023,39(9):9-12
- [18] Ren Y Y, Ren G Y, Sun X B, et al. Observed changes in surface air temperature and precipitation in the Hindu Kush Himalayan region over the last 100-plus years[J]. *Advances in Climate Change Research*, 2017, 8(3): 148-156
- [19] 陈恬宇,李东峰,王立雪,等.长江流域年极端气温的时空变化特征研究[J].*华中师范大学学报(自然科学版)*,2023,57(6):837-845
- [20] 李菊香,田秀霞,谷永利,等.邯郸市近46年风向风速特征分析[J].*气象与环境科学*,2021,44(4):81-88
- [21] 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

Analysis of Climate Change at Mount Emei from 1951 to 2023

ZENG Huiyu¹, ZHANG Yong^{1*}, HUANG Zhengwen², JIA Jingxiang¹, WANG Huibing², CEN Sixian³

(1. Leshan Meteorological Service, Leshan 614000, China; 2. Mount Emei National Reference Climatological Station, Emeishan 614200, China; 3. Institute of Plateau Meteorology, CMA, Chengdu/Heavy Rain and Drought-Flood Disasters in Plateau and Basin Key Laboratory of Sichuan Province, Chengdu 610072, China)

Abstract: Focusing on temperature, precipitation, wind direction and wind speed, the climatic changes at Mount Emei National Reference Climatological Station from 1951 to 2023 are investigated. The results show that: (1) An upward trend in average temperatures, as

well as extreme maximum and minimum temperatures, with autumn exhibiting the most rapid warming rate, extreme minimum temperatures at Mount Emei become more sensitive to climate change. (2) Annual precipitation shows a significant decreasing trend overall, though spring precipitation displays a slight increase. Summer precipitation substantially exceeds that of other seasons. (3) Wind speeds generally exhibit a declining trend, while easterly winds show a slight increasing tendency. (4) The dominant wind direction at Mount Emei was southeasterly during 1953—1981, followed by a notable shift in prevailing winds thereafter.

Key words: Mount Emei, Climate change, Linear trend