

研究论文

DOI: 10.63221/ecsp.v2i03.13-20

亮点:

- 基于 62 年气象资料揭示巴中市气温与降水长期变化特征。
- 巴中市年平均气温总体稳定，年降水量每 10 年减少 7.3 mm。
- 夏季降水增加，春秋降水减少，季节差异较为明显。

*通讯作者邮箱:

1934197187@qq.com

英文引用: Luo Hanwu., 2026. Study on the Variation Characteristics of Temperature and Precipitation in Bazhong City. Evidence in Engineering Science and Practice, 2 (03), 13-20.

中文引用: 罗汉伍., 2026. 巴中市气温和降水变化特性研究. 工程科学与实践, 2 (03), 13-20.

稿件处理节点:

接收	2026 年 9 月 17 日
修订	2026 年 9 月 21 日
接受	2026 年 9 月 23 日
发表	2026 年 9 月 24 日

基金资助:

本研究未受到基金的资助。

版权:

本作品原创内容可依据《知识共享署名 4.0 国际许可协议》条款使用。任何对本作品的后续分发须标明原作者及作品标题、期刊引用及 DOI 信息。

巴中市气温和降水变化特性研究

罗汉伍^{1,*}

¹ 漾濞彝族自治县水利服务中心, 大理 671000

摘要 区域气候变化是气候学研究的重要内容，气温和降水的长期变化直接关系到区域水资源利用、农业生产和生态环境变化，因此，分析巴中市长期气温和降水变化特征，对于认识区域气候演变规律及提高气象灾害应对能力具有重要意义。利用巴中市 4 个国家气象站观测的 1956—2017 年气温和降水资料，采用线性回归分析、趋势线分析、累积距平统计量与信噪比检验方法，对 62 年来的气温和降水变化进行特性分析，并从年际和季节尺度研究其长期变化规律。结果表明：巴中市年平均气温呈现基本稳定的趋势，年降水量总体有所减少，减少幅度为 7.3 mm/（10 a）。从季节变化来看，四季气温均呈现基本稳定趋势，四季降水量变化存在一定差异，其中夏季降水量有所增加，春、秋两季降水量有所减小，说明巴中市不同季节降水变化具有一定差异性。研究结果较为系统地反映了巴中市近 62 年来气温和降水的长期变化特征，可为认识区域气候变化规律以及当地水资源利用、农业生产、防汛抗旱和气象灾害防御提供参考。

关键词: 气温；降水；季节变化；年际变化

Study on the Variation Characteristics of Temperature and Precipitation in Bazhong City

Luo Hanwu^{1,*}

¹ Yangbi Yi Autonomous County Water Conservancy Service Center, Dali 671000, China

Abstract Regional climate change is an important part of climatology research. The long-term changes of temperature and precipitation are directly related to the utilization of regional water resources, agricultural production and ecological environment changes. Therefore, analyzing the characteristics of long-term temperature and precipitation changes in Bazhong City is of great significance for understanding the regional climate evolution law and improving the ability to cope with meteorological disasters. Based on the temperature and precipitation data observed by four national meteorological stations in Bazhong City from 1956 to 2017, the linear regression analysis, trend line analysis, cumulative anomaly statistics and signal-to-noise ratio test methods were used to analyze the characteristics of temperature and precipitation changes in the past 62 years, and the long-term variation law was studied from the interannual and seasonal scales. The results showed that the annual average temperature in Bazhong City showed a basically stable trend, and the annual precipitation has generally decreased, with a decrease of 7.3 mm / (10 a). From the perspective of seasonal changes, the temperature of the four seasons shows a basically stable trend, and there are some differences in the changes of precipitation in the four seasons. Among them, the precipitation in summer has increased, and the precipitation in spring and autumn has decreased, indicating that the change of precipitation in different seasons has certain differences. The research results systematically reflect the long-term variation characteristics of temperature and precipitation in Bazhong City in the past 62 years, which can provide reference for understanding the regional climate change law and local water resources utilization,

agricultural production, flood control and drought relief and meteorological disaster prevention.

Keywords: Temperature ; precipitation ; seasonal changes ; interannual variation

1. 引言

巴中位于中国四川东部，位于川陕两省相交处的米仓山南麓东邻达州，南临南充，西接广元，北面为陕西汉中，全市总面积达到 1.23 万平方公里。境内地势，北高南低，海拔变化较大，海拔最高 2513 米，最低 267 米。大多数区域在海拔 400-500 米之间山河之间。田连阡陌，境内耕地面积 258.8 万亩。巴中市气候类型多变，雨量较为充沛，能够满足巴中市人民生产和生活用水，但水位洪枯变幅大，部分溪河在枯水期有断流的现象，这对巴中市农业及工业的发展带来很多的影响^[1-4]。随着全球气候变暖及极端天气的增多，探究巴中市的气温和降水量是否有与全球气候变暖趋势一致这一问题，对社会生产和经济建设都有着极其重要的意义。

本文以来自空间离散分布的气象台站的气候数据资料，研究了巴中地区气候条件随时间发生的变化。单独采用时间序列分析具有局限性，因此本文利用 9 个站点的气象观测数据巴中地区的气候时空变化特性进行研究，以多年来的降雨量和温度变化，尝试对气象观测数据进行分析，探索巴中市地表气象数据的变化特征，实现对未来社会生产和生活及经济活动提供科学的气象和降水依据。

2. 数据来源和研究方法

2.1. 资料来源

2.1.1 研究区概况

巴中市位于中国四川东部地区（31°15′~32°45′，106°21′~107°45′），地势较为平坦，平均海拔在 450 米左右，巴中属亚热带季风气候，雨量充足，但由于其气候特点，降水时空分布不均，容易造成短期干旱情况的发生。其地理环境因素对气候和降雨也一定的影响。

2.1.2 数据来源

文中所有数据均来源于中国气象数据共享服务网地面气候资料日值数据，根据时间序列的连续性及时段性等标准，为了确保站点信息气温和降水变化趋势的一致性，经过分析后剔除部分数据缺失较多或年限过短的站点；随后对所有筛选过的气象站点数据质量进行了检验，最终选取符合条件的 4 个气象站点 1956—2017 年期间共 62 年长度的逐日气温和降水数据。典型气象站点信息见表 1。

表 1 气象观测站点信息

区站号	台站名称	经度	纬度	海拔高度/m
57216	南江	106°05′	32°21′	580.5
57313	巴中	106°46′	31°52′	419
57320	通江	107°13′	31°56′	483.1
57324	平昌	107°05′	31°35′	365.1

2.2. 研究方法

(1)线性回归：属于时间序列趋势分析，该方法是研究气候变化问题中时间序列趋势改变普遍使用的方法之一，关键是利用时间序列和气候因素构造一元线性方程，通过方程中两者的数学关系反映气候要素的时间变化特征，表示为^[5]：

$$y_i = a + bx_i, (i = 1, 2, \dots, n) \quad (1)$$

其趋势变化率方程为：

$$dy_i / dx_i = b \quad (2)$$

其中， y_i 代表气候要素， x_i 为 y_i 所对应的时间， a 为常数， b 为趋势系数。 b 绝对值的大小反映了气候要素的速率变化^[6-7]。通常用气候变化倾向率即 $b \times 10$ 来描述气候要素趋势变化，单位为 °C/10a 或 mm/10a。

(2)累积距平统计量与信噪比：时间序列的某一个数 x_i 与均值 $\bar{x}$ 之差为距平值，即 $x_i - \bar{x}$ 。在对气候要素进行分析中，经常会对气候要素的时间序列进行距平化处理，即用距平序列取代气候要素原始数据。累积距平法顾名思义是对每个时间序列距平值得累计，可以通过其判断气候变化，对研究区的突变点进行分析时可以采用该方法，对于序列 x ，某一时刻的累计距平如下：

$$x = \sum_{i=1}^l (x_i - \bar{x}) \quad (3)$$

其中， x_i 为第 i 年的气候要素； $\bar{x}$ 为多年气候要素平均值。绝对值最大的年份为突变年份。

为了检验气候突变是否达到标准，计算转折年的信噪比：

$$S/N = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{s_1 + s_2} \quad (4)$$

其中, $\bar{x}_1$, $\bar{x}_2$ 为转折年份前后气候要素的平均值; s_1 , s_2 为标准差。当 $S/N > 1$ 时, 该气候要素存在突变, 否则则认为突变不明显。

(3) 冷暖年判断: 为了更好地对年平均气温的变化趋势进行表述, 采用标准法对 62 年的年平均气温进行分析, 当年平均气温与多年年平均气温的差值大于一个标准差时, 认为气温异常, 若当年平均气温大于多年平均气温, 认为是偏暖年, 反之为偏冷年。

3. 结果与分析

3.1. 气温和降水量年际变化特性

对从巴中市获取的 4 个气象站 60 多年来的气象资料数据整理分析后, 可以得到巴中市年平均气温曲线图, 见图 1。分析得到巴中市的年平均气温呈现稳定趋势。根据资料得到多年平均气温为 17.02°C , 年际标准差为 0.39。2016 年平均气温是 62 年来气象监测测量资料中年平均气温的最大值, 为 17.9°C ; 1993 年平均气温是 62 年来气象监测测量资料中年平均气温的最小值, 为 16.3°C ; 2006 年最高气温是 62 年来气象监测测量资料中最高气温的最大值, 为 40.6°C ; 1975 年最低气温是 62 年来气象监测测量资料中最低气温的最小值, 为 -5.3°C ; 1956—2017 年中最大气温值和最小气温值相差 43.5°C , 温差很大, 对社会生产生活有一定影响。

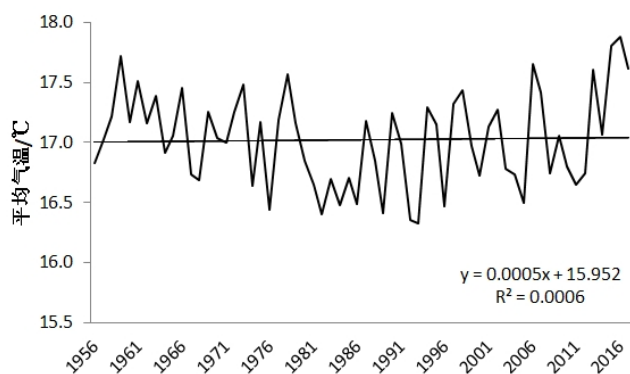


图 1 年平均气温变化曲线

以此确定出, 偏暖的年份为 1959、1961、1966、1973、1978、1998、2006、2013、2015、2016、2017, 偏冷的年份为 1956、1976、1982、1984、

1986、1989、1992、1993、1996、2005, 其余为气温正常年, 可以得到气温异常年占比 34%。偏暖年大多集中在 1980 年前和 2005 年后, 偏冷年大多集中在 1980 年和 2005 年之间。

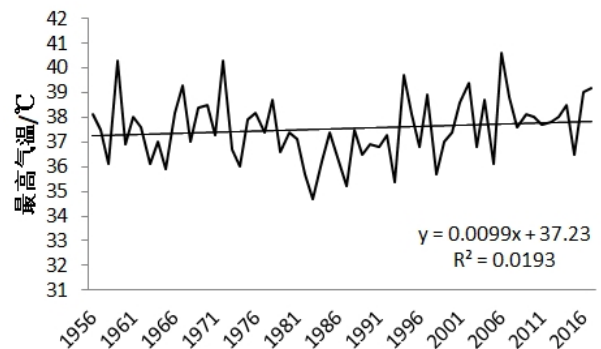


图 2 年最高气温变化曲线

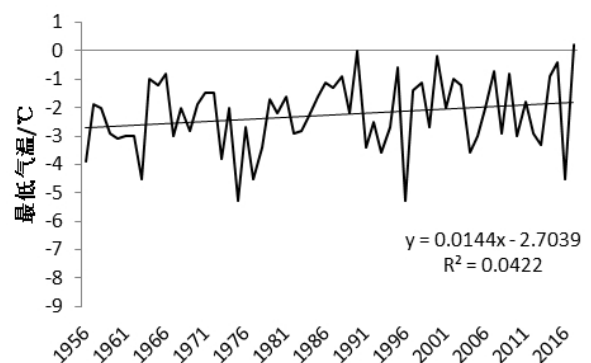


图 3 年最低气温变化曲线

从图 2 年最高气温变化曲线可以看出, 60 年来巴中市的年最高气温呈现基本稳定趋势, 气温上升速率仅为 $0.01^\circ\text{C}/(10\text{a})$ 。从图 3 年最低气温变化曲线可以看出, 60 年来巴中市的年最低气温呈现上升趋势, 气温升高速率为 $0.42^\circ\text{C}/(10\text{a})$, 上升趋势较为明显。

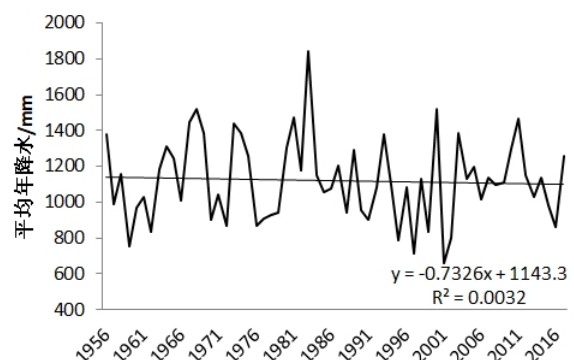


图 4 年降水量变化曲线

从图4年降水量变化曲线可以看出,60年来巴中市的年降水趋势呈现下降趋势,根据拟合曲线可以得到其降低速率为 $7.3\text{mm}/(10\text{a})$ 。其中年均降水量最大的年份出现在1983年,降水量达到 1845.2mm ,年均降水量最小的年份出现在2001年,降水量达到 657.3mm ,年际标准差为 233.19mm 。采用标准法对62年的年降水量变化进行分析,将异常降水年分为降水充沛年份和降水稀少年份^[8]。依次为根据,则降水充沛年分为1967、1968、1969、1973、1974、1981、1983、1993、2000、2003、2011,降水稀少年份为1959、1962、1972、1976、1995、1997、1999、2001、2002、2016,其余为正常降水年。巴中市气温和降水变化具有一定的区域特征,这与全国尺度气候变化存在明显空间差异的研究认识相符^[9]。

3.2. 气温和降水量年代变化特性

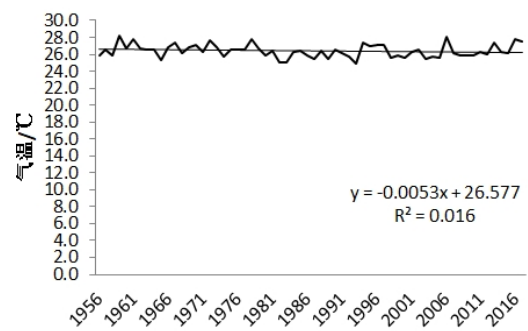
表2 气温和降水年代变化

时期	年降水量 /mm	平均气温 /°C	最高气温 /°C	最低气温 /°C
1960-1969	1108.1	16.9	39.3	-4.2
1970-1979	1053.2	17.1	40.3	-5.3
1980-1989	1250.8	16.7	37.5	-2.9
1990-1999	996.7	17.0	39.7	-5.3
2000-2009	1115.7	17.1	40.8	-3.4
2010-2017	1151.2	17.5	39.4	-4.3

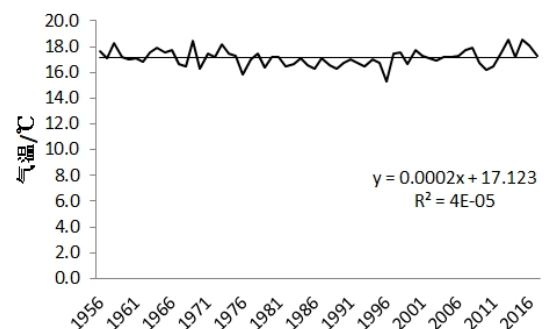
由表2可知,巴中市的年平均气温在20世纪80年代有所下降,2010年后的平均气温明显高于以往时期。从最高气温的年代变化来看,20世纪80年代,最高气温存在明显的下降。从最低气温的年代变化来看,20世纪80年代最低气温是所有年代中的最大值,20世纪90年代最低气温为年际间最低。从年代降水量上进行分析,20世纪80年代降水量为年际间最大,在20世纪90年代,降水量相对较少。这一年代际变化特征与四川盆地已有气候变化研究结果具有一定的一致性^[10-11]。

3.3. 气温和降水量季节变化特性

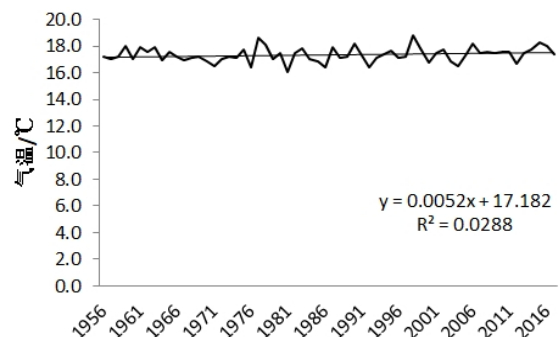
3.3.1 气温季节变化



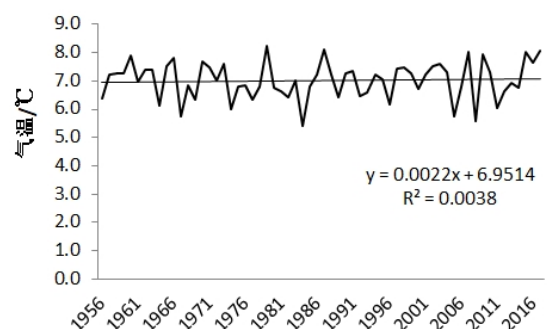
(a) 春季



(b) 夏季



(c) 秋季



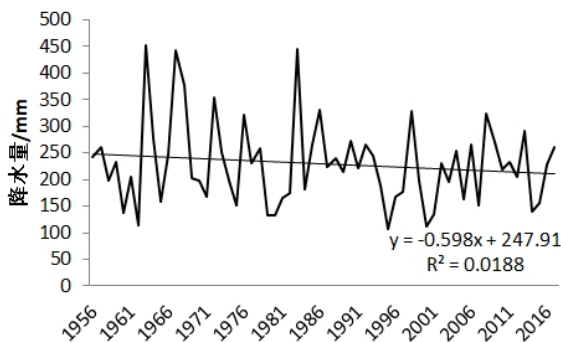
(d) 冬季

图5 四季平均气温变化

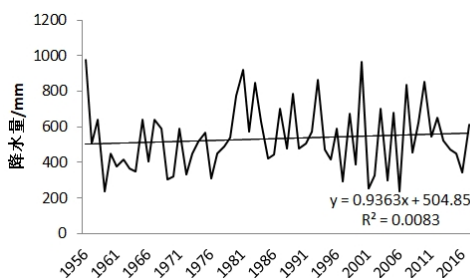
为了对年气温季节变化进行分析,采用中国通用的季节划分方法,3-5月为春季,6-8月为夏季,9-11月为秋季,12-2月为冬季,年平均气温季节变化特征见图5。

从气象观测资料及图表可以得知,巴中市春季平均气温在 17.1℃左右,气温呈现下降趋势,根据拟合曲线可知气温下降速率为 0.05℃/(10a);夏季平均气温在 26.4℃左右,气温基本稳定;秋季平均气温在 17.3℃左右,气温呈现略微上升趋势,气温升高速率为 0.05℃/(10a)。冬季平均气温在 7.0℃左右,气温基本稳定,气温上升速率仅为 0.02℃/(10a)。由以上分析可知,巴中市四季气温均基本稳定,其中夏季和秋季气温有略微上升趋势。已有研究表明,气温变化具有明显的区域性和季节性差异^[12-13]。

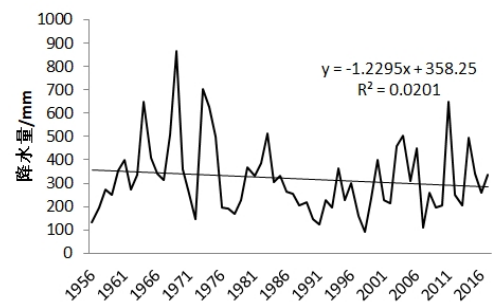
3.3.2 降水季节变化



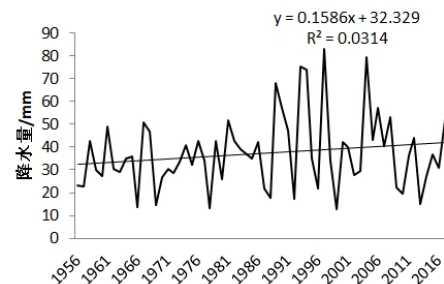
(a) 春季



(b) 夏季



(c) 秋季



(d) 冬季

图6 四季降水变化

年降水季节划分与年气温季节划分相同,年降水季节变化特征见图6。

从气象观测资料及图表可以得知,巴中市春季降水在 229.1mm 左右,春季降水量呈现下降趋势,降水量下降趋势为 6.0 mm/(10a);夏季降水量在 534.3mm 左右,降水量呈现快速上升趋势,降水量上升速率为 9.4mm/(10a);秋季降水在 319.5mm 左右,降水量呈现下降趋势,降水量降低速率为 12.3mm/(10a);冬季降水量在 37.3mm 左右,降水量呈现上升趋势,降水量上升速率为 1.6 mm/(10a);由以上分析可知,巴中市春季、秋季降水量有所下降,且秋季降水量下降趋势迅速,夏季降水量增多趋势明显。相关研究也表明,四川省降水变化具有明显的区域性和季节性特征^[14-15]。

3.4. 气温和降水量突变年分析

图7是巴中市年平均气温变化的累计距平曲线,根据曲线进行分析可以得知,巴中市年平均气温累计距平值大致呈现先增大后减小的趋势,既 1956 年至 1984 年逐步上升,1984 年以后呈现逐步下降。2012 年作为转折年,极有可能是突变年,经过检测信噪比 $0.91 < 1.0$,气温气候要素不存在突变。图8是

巴中市年降水量变化的累计距平曲线, 根据曲线进行分析可以得知, 巴中市年降水量累计距平值呈现先增大后减小的趋势, 既 1956 年至 1984 年逐渐上升, 1984 年后呈现快速下降趋势, 2011 年以后略有抬头。1984 年作为转折年经过信噪比检测 $0.17 < 1.0$, 因此年平均降水也不存在突变年份。

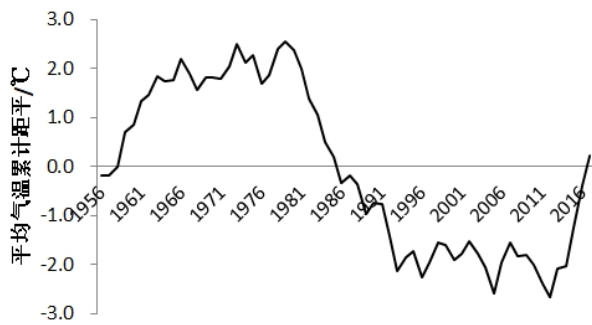


图 7 年平均气温累计距平变化曲线

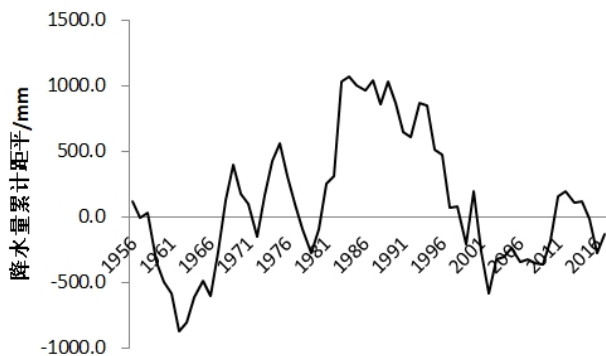


图 8 降水量累计距平变化曲线

4. 结论与展望

本文基于巴中市 4 个国家气象站 1956—2017 年的长期气温和降水观测资料, 系统分析了区域气候要素的变化特征及其演变规律。研究表明, 巴中市近 62 年来气候变化整体较为平稳, 但气温和降水变化并非完全一致, 不同时间尺度下表现出一定的差异性。区域气候变化受自然因素和人类活动共同影响, 在长期稳定变化背景下, 仍存在阶段性波动和季节性调整特征。因此, 仅关注年尺度变化难以全面反映区域气候演变过程, 需要结合不同时间尺度开展综合分析。研究结果可为巴中市气候变化规律认识及区域水资源管理提供基础依据。

(1) 巴中农业以水稻、玉米、油菜、核桃等为主, 近年来持续干旱少雨与突发强降水交替出现, 旱涝

急转风险日益突出, 后续研究可根据不同季节干旱发生频率、持续时间及强度演变规律, 结合水稻、玉米、核桃等主要作物的需水关键期, 构建分作物、分区域的干旱风险预警指标体系。

(2) 近 50 年来四川盆地西部和中部地区年降水呈减少趋势, 该区域内的雅安、乐山、眉山、成都附近地区为减少大值中心区, 每 10 年减少的年降水量超过 60 mm^[14], 结合本文研究成果, 四川盆地自然资源型缺水(区域降水量减少)和人为型的缺水(水资源需求量的增加和盲目掠夺式的开发)共存, 形势严峻。

(3) 针对未来可能出现的气候波动以及极端天气事件增多趋势, 应进一步加强对气候变化与水资源响应关系的研究, 提高区域气候风险识别和适应能力。后续研究可结合更长时间序列资料、多源遥感数据以及区域气候模式模拟结果, 进一步分析气温和降水变化的驱动机制, 并深入探讨气候变化对农业生产、水资源调控及生态环境的影响, 为区域可持续发展和气候适应性管理提供更加科学的支撑。

参考文献

- [1] 肖递祥, 祁生秀. 巴中市夏季高温干旱气候特征及预测研究[J]. 四川气象, 2007(03): 12-15.
- [2] 高灿中. 巴中市葡萄生长发育农业气象服务指标探讨[J]. 现代农业科技, 2019(02): 65-66.
- [3] 杨永宏. 巴中市气候变化特征与农业生产对策研究[J]. 安徽农业科学, 2012, 40(24): 12124-12126.
- [4] 袁亮, 冯禹文. 巴中市一次春季暴雨过程诊断分析[J]. 中低纬山地气象, 2018, 42(01): 19-22.
- [5] 殷红, 张美玲, 辛明月, 张丽敏, 陈龙. 近 50 年沈阳气温变化与城市化发展的关系[J]. 生态环境学报, 2011, 20(03): 544-548.
- [6] 苏晓丹, 栾兆擎, 张雪萍. 三江平原气温降水变化分析——以建三江垦区为例[J]. 地理研究, 2012, 31(07): 1248-1256.
- [7] 阿拉努尔·艾尼娃尔, 吐尔逊·哈斯木, 买合甫拉提·乃比, 刘亚文. 吐鲁番市和哈密市气温与降水特征变化比较[J]. 西北师范大学学报(自然科学版), 2019, 55(03): 105-111+134.
- [8] 苏宏超, 魏文寿, 韩萍. 新疆近 50a 来的气温和蒸发变化[J]. 冰川冻土, 2003(02): 174-178.
- [9] 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.
- [10] 陈超, 庞艳梅, 张玉芳. 近 50 年来四川盆地气候变化特征研究[J]. 西南大学学报(自然科学版), 2010, 32(9): 115-120.

- [11] 陈超, 庞艳梅, 潘学标. 近半个世纪以来四川盆地气温和降水的变化特征[J]. 中国农业气象, 2010, 31(S1): 27-31.
- [12] WANG S J, JIAO S T, XIN H J. Spatio-temporal characteristics of temperature and precipitation in Sichuan Province, Southwestern China, 1960–2009[J]. Quaternary International, 2013, 286: 103-115.
- [13] 王遵娅, 丁一汇, 何金海, 虞俊. 近 50 年来中国气候变化特征的再分析[J]. 气象学报, 2004, 62(2): 229-236.
- [14] 周长艳, 岑思弦, 李跃清, 彭国照, 杨淑群, 彭骏. 四川省近 50 年降水的变化特征及影响[J]. 地理学报, 2011, 66(5): 619-630.
- [15] 宋扬, 熊俊松, 翟胜强, 等. 1961~2020 年四川省达州市降水变化特征分析[J]. 水利水电快报, 2023, 44(7): 15-20.