

Analysis of Climatic Variations of Linfen Basin in Recent 40 Years

Youxue Dai, Jiangtao Chang, Ruirui Fan, Tong Wang, Xiangyu Jia

Linfen Meteorological Bureau of Shanxi Province, Linfen Shanxi
Email: daiyouxue@126.com

Received: Apr. 8th, 2017; accepted: Apr. 24th, 2017; published: Apr. 27th, 2017

Abstract

Based on the observation data of climatic factors in 17 meteorological observation stations in Linfen basin from 1977 to 2015, the climatic variations of Linfen basin were analyzed by means of linear tendency estimation and cumulative statistical analysis. The results show that the annual average atmospheric temperature and the annual average precipitation was 498.3mm in the past 40 years was 11.5°C. The atmospheric temperature and precipitation of the Linfen basin both have showed an upward trend. The climatic change rate of annual temperature was 0.29°C/10a, which passes the reliability test and accords with global warming climate background. The climatic change rate of annual precipitation was 5.40mm/10a, and the trend was not obvious, which accords with the average precipitation in China. The average atmospheric temperature in spring, summer, autumn and winter was 12.7°C, 23.5°C, 11.3°C and -0.7°C. The average temperature in spring, the annual average atmospheric temperature was 12.4°C, which was closest to the average temperature in spring. The average precipitation in spring, summer, autumn and winter which accounted for 17.2%, 54.7%, 24.7% and 3.4% of the annual precipitation respectively. The summer precipitation contributed the most to the precipitation, followed by autumn, spring and winter. The inter-decadal variation of annual mean atmospheric temperature in Linfen basin showed a trend of "increasing-stabilizing", and the inter-decadal variation of annual mean precipitation showed a trend of "decreasing-increasing". The interdecadal variation of atmospheric temperature in the spring showed a trend of "stabilization-reduction" and a trend of "increasing-stabilizing" in summer, which also showed a consistent increase trend in autumn and winter. The interdecadal variation of precipitation in spring and summer presented a decrease trend, which showed a trend of "decreasing-increasing" in autumn and winter.

Keywords

Climate, Variation Characteristics, Temperature, Atmospheric Precipitation, Linfen Basin

临汾盆地近40年气候变化特征分析

戴有学, 常江涛, 樊瑞瑞, 王通, 贾翔宇

山西省临汾市气象局, 山西 临汾
Email: daiyouxue@126.com

收稿日期: 2017年4月8日; 录用日期: 2017年4月24日; 发布日期: 2017年4月27日

摘要

利用临汾盆地17个气象观测站1977~2015年近40年气候要素观测资料, 采用线性倾向估计、累积距平等统计分析方法, 初步分析了临汾盆地气候变化特征。分析结果表明: 临汾盆地近40年平均气温为 11.5°C , 年平均降水为 498.3 mm , 气温和降水整体呈现出上升的趋势, 其中气温的气候变化率为 $0.29^{\circ}\text{C}/10\text{a}$, 通过了信度检验, 符合全球变暖的气候背景; 而降水的气候变化率为 $5.40\text{ mm}/10\text{a}$, 趋势变化不明显, 符合了中国地区平均降水的情况。春、夏、秋、冬四季的平均气温分别为 12.7°C 、 23.5°C 、 11.3°C 、 -0.7°C , 其中春季的平均与年平均气温 12.4°C 最为接近; 春、夏、秋、冬四季的平均降水分别占全年降水的17.2%、54.7%、24.7%、3.4%, 其中夏季对年降水的贡献最大, 其次分别为秋季、春季和冬季。临汾盆地年平均气温年代际变化整体呈现出“增加-稳定”趋势, 年平均降水年代际变化整体呈现出“下降-增加”趋势。临汾盆地季节变化中, 气温年代际变化在春季呈现出“稳定-减少”趋势, 夏季呈现出“增加-稳定”趋势, 秋季和冬季呈现出一致增加趋势; 降水年代际变化在春季和夏季的降水一致呈现出减少的趋势, 而秋季和冬季的降水一致呈现出“减少-增加”的趋势。

关键词

气候, 变化特征, 气温, 降水, 临汾盆地

Copyright © 2017 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

气候, 自然环境的重要组成部分, 与人类的生活息息相关[1]。它对人类的生存环境、生产生活和生命健康有相当巨大的影响[2]-[10], 因此, 近些年来, 不少研究人员把研究的重心转移到气候上来。关于气候变化的相关研究, 很多人集中在了整个国家等大范围的气候区域[11] [12] [13] [14] [15]。陈隆勋等[11]研究了我国近80年来气候变化特征及其形成机制, 阐述了“热岛效应”、“气溶胶效应”; 王遵娅等[12]研究了我国近50年来气候变化特征, 揭示了温度、降水等气象要素的气候变化特征; 王绍武[13]等总结了近10余年我国气候变化研究, 对不同时间段的气温变化进行了分析。

上述研究都是针对我国大范围的气候变化特征研究, 而对小范围区域的气候变化研究较少。区域气候变化在农业生产, 生活方面有着极其重要的作用, 甚至在灾害预防方面也起到了一定的作用[16]-[21]。张树清[18]等利用遥感手段, 与历年气象资料进行灰色相关分析, 进而得到三江平原湿地消长与区域气候变化关系; Jiangang C [19]等则利用云南的降水和气温等资料, 对香格里拉, 西双版纳, 昆明等小气候区域的气候特征进行了分析研究。鉴于此, 本研究利用临汾盆地17个台站1977~2015年气候观测资料, 采用线性倾向估计、累积距平等气候分析方法[22], 分析了近40年临汾盆地小区域气候变化特征, 以期临汾盆地的气候研究和农业资源区划提供重要的科学依据。

2. 资料与方法

本研究采用的资料为临汾市气象局提供的临汾盆地 17 个气象观测站(见图 1) 1977~2015 年近 40 年逐月温度、降水等气候观测资料。将 3~5 月作为春季、6~8 月为夏季、9~11 月为秋季、12~次年的 2 月为春季, 采用线性倾向估计、距平分析、累计距平分析等气候统计分析方法[22], 分析临汾盆地近 40 年气候变化特征。

3. 气温的气候变化特征

3.1. 气温的年际变化特征

近 40 年来临汾盆地年平均气温为 11.5°C , 其中年平均气温最大值出现在 1999 年和 2013 年, 气温为 12.4°C , 年平均气温最小值出现在 1984 年, 气温为 10.1°C 。由临汾盆地 1997~2013 年气温变化曲线(见图 2)可知, 近 40 年来临汾盆地年气温整体呈现出上升的趋势, 气温的气候变化率为 $0.29^{\circ}\text{C}/10\text{a}$, 通过了信度 0.01 的检验, 具有统计学意义。与中国年气温的气候变化率 $0.25^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 相比[23], 临汾盆地的气温的气候变化要稍微高一些, 但整体表现出的趋势跟中国的气温变化趋势是相同的, 符合全球变暖的气候背景。由临汾盆地 1977~2015 年气温距平(见图 3)可知, 温度的正距平值为 17 年, 负距平值为 22 年, 1996 年以前气温的距平以负距平为主, 大多数年份的气温少于平均值, 为相对偏冷的时期; 1996 年以后气温的距平以正距平为主, 大多数年份的气温高于平均值, 为相对偏暖的时期。由临汾盆地 1977~2015 年平均气温的累积距平(见图 4)可知, 1977~1996 年期间, 临汾盆地的气温的累积距平呈现出下降的趋势, 1996~2015 年以后, 临汾盆地的气温的累积距平呈现出上升的趋势。由此可以说明临汾盆地气温在 1996 年产生了突变。

3.2. 气温的季节变化特征

临汾盆地 1977~2015 年近 40 年气温季节变化中, 春季的平均温度为 12.7°C , 夏季的平均温度为 23.5°C , 秋季的平均温度为 11.3°C , 冬季的平均温度为 -0.7°C 。其中春季的平均温度与年平均温度 12.4°C 最为接近, 且临汾盆地近 40 年气温的季节变化中, 春季、夏季、秋季、冬季均呈现上升趋势。从临汾盆地 1977~2015 年各季节气温的气候趋势系数来看(见表 1), 春季气温的气候变化率为 $0.44^{\circ}\text{C}/10\text{a}$, 远大于全年平均气温



Figure 1. Meteorological observation stations in Linfen
图 1. 临汾盆地站点分布图

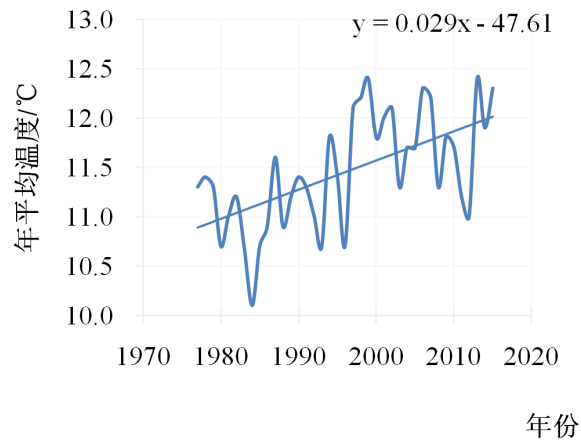


Figure 2. The annual variation of average temperature in Linfen basin, 1977-2015

图 2. 临汾盆地 1977~2015 年气温变化曲线

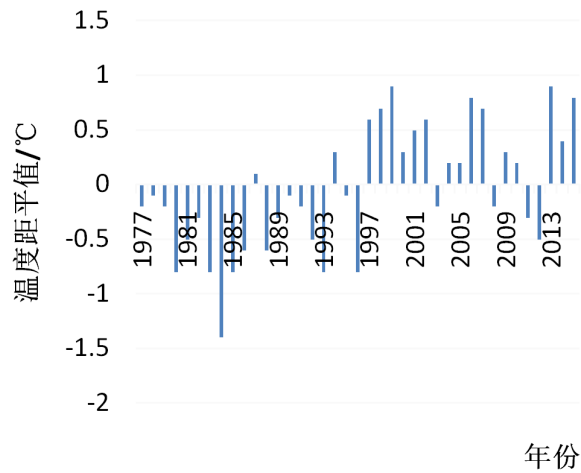


Figure 3. The annual anomaly of average temperature in Linfen basin, 1977-2015

图 3. 临汾盆地 1977~2015 年气温距平

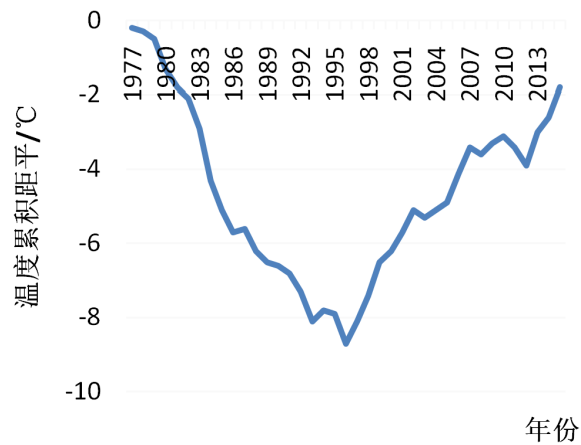


Figure 4. The annual accumulated anomaly of average temperature in Linfen basin, 1977-2015

图 4. 临汾盆地 1977~2015 年平均气温的累积距平

的气候变化率 $0.29^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ ，通过了极显著的信度 0.001 的检验，上升趋势十分明显；秋季气温的气候变化速率为 $0.21^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ ，通过了信度 0.05 的检验，具有统计学意义，可以说明秋季的增温趋势还是比较显著的；夏季和冬季的气温的气候变化速率分别为 $0.15^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 和 $0.51^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ ，未通过信度 0.05 的检验，这说明夏季和冬季的增温并不是十分显著。综上所述，临汾盆地近 40 年气温的季节变化中，春季气温的变化对年平均气温的影响最大。

3.3. 气温的的年代际变化

从临汾盆地 1977~2015 年气温的年代际变化特征(见表 2)来看，临汾盆地年平均气温年代际变化整体呈现出“增加 - 稳定”趋势。20 世纪 80~90 年代，年平均气温从 10.9°C 增加到了 11.0°C ，增加的幅度为 0.1°C ；20 世纪 90 年代~21 世纪初，年平均气温出现了持平，两个时间段内的平均气温都为 11.0°C ，幅度变化为 0°C 。从年代际变化季节特征来看，临汾盆地在不同季节，气温年代际变化趋势不同。春季呈现出“稳定 - 减少”趋势，夏季呈现出“增加 - 稳定”趋势，秋季和冬季呈现出一致增加趋势。就春季来说，20 世纪 80~90 年代，春季的气温都为 12.1°C ，气温的增幅变化为 0°C ，90 年代~21 世纪初，气温从 12.1°C 减少到 11.9°C ，减少了 0.2°C ；夏季，20 世纪 80~90 年代，气温从 23.1°C 增加到了 23.2°C ，增加了 0.1 摄氏度，20 世纪 90 年代~21 世纪初，气温保持不变为 23.2°C ；秋季，20 世纪 80~90 年代，气温从 10.9°C 增加到 11.0°C ，增加了 0.1°C ，20 世纪 90 年代~21 世纪初，气温从 11.0°C 增加到 11.1°C ，增加了 0.1°C ；冬季，20 世纪 80~90 年代，气温从 -3.1°C 增加到 -3.0 摄氏度，增加了 0.1 摄氏度，20 世纪 90 年代~21 世纪初，气温从 -3.0°C 增加到 -2.5°C ，增加了 0.5°C ，温度增加的幅度最大。

4. 降水的气候变化特征

4.1. 降水的年际变化特征

1977~2015 年近 40 年来临汾盆地年平均降水为 498.3 mm ，其中年降水最大值出现在 2003 年，年降水量最大值为 773.2 mm ，年降水量最小值出现在 1997 年，年降水量最小值为 299.8 mm 。由临汾盆地 1977~2015 年降水量变化曲线(见图 5)可知，近 40 年来临汾盆地年降水量变化整体呈现出上升的趋势，年降水的气候变化率为 $5.40\text{ mm}/10\text{a}$ ，没有通过了信度 0.01 的检验，这说明近 40 年来的临汾盆地年降水量虽然整体呈现出上升的趋势，但这种趋势并不是十分明显。临汾盆地与中国整体水平相比[24]，临汾盆地年平均降水 498.3 mm 要远低于中国地区平均水平 823.0 mm ，降水的气候变化率 $5.40\text{ mm}/10\text{a}$ 远高于中

Table 1. The seasonal climatic change tendency coefficient of average temperature in Linfen basin, 1977-2015

表 1. 临汾盆地 1977~2015 年各季节气温的气候趋势系数

季节	春	夏	秋	冬
趋势系数	$0.44^{**}\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{a}$	$0.21^*\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{a}$	0.15	0.51
			$^{\circ}\text{C}/10\text{a}$	$^{\circ}\text{C}/10\text{a}$

注： ** 表示通过 0.001 的新都检验 * 表示通过 0.05 信度检验

Table 2. The interdecadal variation of average temperature in Linfen basin, 1977-2015

表 2. 临汾盆地 1977~2015 年气温的年代际变化特征

年代	年	春	夏	秋	冬
1980~1989	10.9	12.1	23.1	10.9	-3.1
1990~1999	11.0	12.1	23.2	11.0	-3.0
2000~2009	11.0	11.9	23.2	11.1	-2.5

国降水整体气候变化速率的 $0.26 \text{ mm}/10\text{a}$ ，唯一相同的是，降水的气候变化并没有通过信度检验，即降水的增加趋势并不是十分显著。由临汾盆地 1977~2015 年降水距平(见图 6)可知，临汾盆地近 40 年降水以负距平为主，其中正距平年份为 16 年，负距平的年份为 23 年；整体来说，临汾盆地近大多数年份降水是低于平均值。从降水距平的时间分布来看，正负距平交错分布，整体表现出不规则的波状变化，负距平连续最多年份为 4 年，正距平连续最多的年份为 3 年。由临汾盆地 1977~2015 年降水的累积距平(见图 7)可知，1977~2015 年期间，临汾盆地的降水的累积距平整体呈现出不规则的波状变化的趋势，其中，1983~1985 年、1987~1990 年、2011~2015 年主要表现出上升的趋势，这些年份降水增加；1977~1982 年、1996~2002 年、2003~2010 年主要表现出下降的趋势，这些年份降水减少。

4.2. 降水的季节变化特征

临汾盆地 1977~2015 年近 40 年降水季节变化中，春季的平均降水为 85.7 mm ，占全年降水的 17.2% ；夏季的平均降水为 272.8 mm ，占全年降水量的 54.7% ；秋季的平均降水为 123.3 ，占全年降水的 24.7% ；冬季的平均降水为 16.6 mm ，占全年降水的 3.4% 。由上可知，夏季对年降水的贡献最大，其次分别为秋季、春季和冬季，且春季、夏季、秋季、冬季呈现出不同的变化趋势。从临汾盆地 1977~2015 年各季节降水的气候趋势系数来看(见表 3)，春季降水的气候变化率为 $-9.8 \text{ mm}/10\text{a}$ ，夏季降水的气候变化率为 $-7.9 \text{ mm}/10\text{a}$ ，秋季降水的气候变化率为 $12.1 \text{ mm}/10\text{a}$ ，冬季降水的气候变化率为 $0.8 \text{ mm}/10\text{a}$ ；春季和夏季降

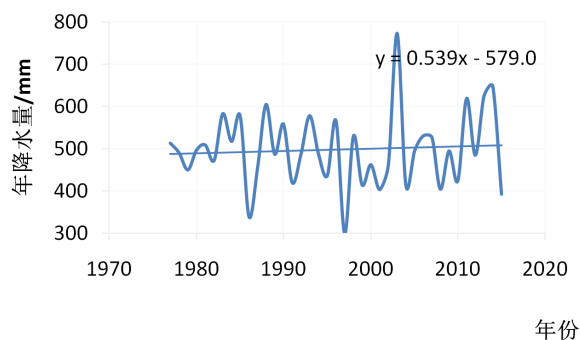


Figure 5. The annual variation of average precipitation in Linfen basin, 1977-2015

图 5. 临汾盆地 1977-2015 年降水变化曲线

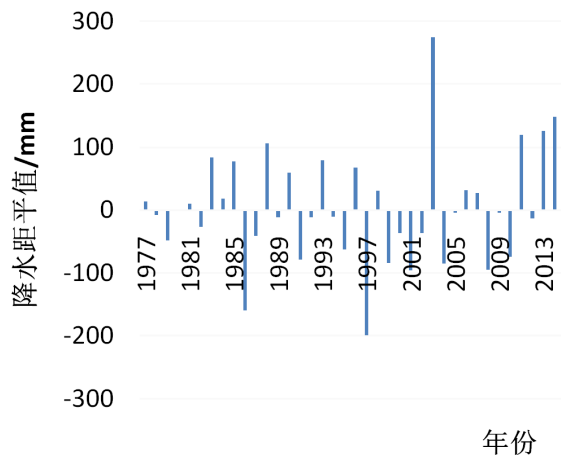


Figure 6. The annual anomaly of average precipitation in Linfen basin, 1977-2015

图 6. 临汾盆地 1977~2015 年降水距平

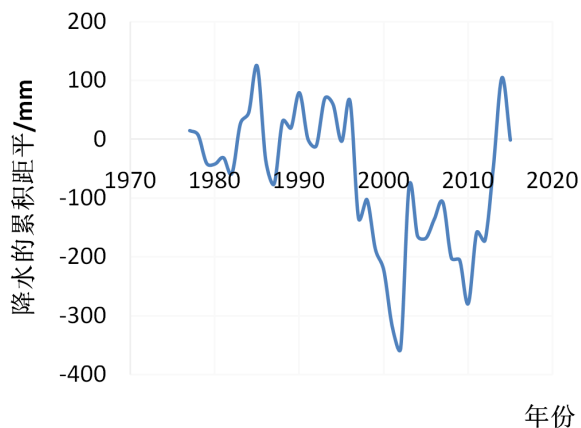


Figure 7. The annual accumulated anomaly of average precipitation in Linfen basin, 1977-2015

图 7. 临汾盆地 1977~2015 年平均降水的累积距平

Table 3. The seasonal climatic change tendency coefficient of average precipitation in Linfen basin, 1977-2015

表 3. 临汾盆地 1977~2015 年各季节降水的气候趋势系数

季节	春	夏	秋	冬
趋势系数	-9.8 mm/10a	-7.9 mm/10a	12.1 mm/10a	0.8 mm/10a

Table 4. The interdecadal variation of average precipitation in Linfen basin, 1977-2015

表 4. 临汾盆地 1977~2015 年降水的年代际变化特征

年代	年	春	夏	秋	冬
1980~1989	504.3 mm	92.5 mm	285.2 mm	113.8 mm	12.8 mm
1990~1999	477.7 mm	91.2 mm	267.7 mm	106.5 mm	12.3 mm
2000~2009	496.4 mm	72.5 mm	258.8 mm	144.4 mm	20.8 mm

水的变化趋势与年降水的变化趋势完全相反，均呈现出下降的趋势；秋季和冬季的降水变化趋势与年降水的变化趋势相同，均呈现出上升的趋势。秋季降水的变化趋势远大于年降水的变化趋势，而冬季降水的变化趋势远小于年降水的变化趋势。四季变化的信度检验均没有通过，这点与降水的年变化一致，即四季降水的气候变化并不是十分显著。

4.3. 降水的年代际变化

从临汾盆地 1977~2015 年降水的年代际变化特征(见表 4)来看，临汾盆地年平均降水年代际变化整体呈现出“下降 - 增加”趋势。20 世纪 80~90 年代，年平均降水从 504.3 mm 减少到了 477.7 mm，减少的幅度为 26.6 mm；20 世纪 90 年代~21 世纪初，年平均降水从 477.7 增加到 496.4，增加的幅度为 18.7 mm。从年代际变化季节特征来看，临汾盆地在不同季节，降水年代际变化趋势不同。春季和夏季的降水一致呈现出减少的趋势，而则秋季和冬季的降水一致呈现出“减少 - 增加”的趋势。就春季而言，20 世纪 80~90 年代，春季的降水从 92.5 mm 减少到 91.2 mm，减少了 1.3 mm；90 年代~21 世纪初，降水从 91.2 mm 减少到 72.5 mm，减少了 18.7 mm，降水减少的幅度最大。夏季，20 世纪 80~90 年代，降水从 285.2 mm 减少到了 267.7 mm，减少了 17.5 mm；20 世纪 90 年代~21 世纪初，降水从 267.7 mm 减少到了 258.8 mm，减少了 8.9 mm。秋季，20 世纪 80~90 年代，降水从 113.8 mm 减少到 106.5 mm，

减少了 7.3 mm；20 世纪 90 年代~21 世纪初，降水从 106.5 mm 增加到 144.4 mm，增加了 37.9 mm，降水增加的幅度最大。冬季，20 世纪 80~90 年代，降水从 12.8 mm 减少到了 12.3 mm，减少了 0.5 mm，降水减少的幅度最小；20 世纪 90 年代~21 世纪初，降水从 12.3 mm 增加到 20.8 mm，增加了 8.5 mm，降水增加的幅度最小。

5. 结论与讨论

本文利用临汾盆地 17 个气象观测站 1977~2015 年近 40 年气候观测资料，采用线性倾向估计、累积距平等统计分析方法，初步分析了临汾盆地气候变化特征，得到以下结论：

1) 临汾盆地近 40 年平均气温为 11.5℃，其中年平均气温最大值出现在 1999 年和 2013 年，气温为 12.4℃，年平均气温最小值出现在 1984 年，气温为 10.1℃，气温整体呈现出上升的趋势，气温的气候变化率为 0.29℃/10a，通过了信度 0.01 的检验，符合全球变暖的气候背景。年平均降水为 498.3 mm，其中年降水最大值出现在 2003 年，年降水量最大值为 773.2 mm，年降水量最小值出现在 1997 年，年降水量最小值为 299.8 mm，年降水量整体呈现出上升的趋势，年降水的气候变化率为 5.40 mm/10a，但这种趋势并不是十分明显，这点符合了中国地区平均降水的情况。

2) 临汾盆地近 40 年的气候距平变化中，温度距平以负距平为主，大多数年份的温度低于年平均温度，且 1996 年以前气温的距平以负距平为主，为相对偏冷的时期，1996 年以后气温的距平以正距平为主，为相对偏暖的时期。降水距平以负距平为主，且临汾盆地近大多数年份降水是低于平均值。从降水距平的时间分布来看，正负距平交错分布，整体表现出不规则的波状变化，负距平连续最多年份为 4 年，正距平连续最多的年份为 3 年。

3) 临汾盆地近 40 年气候的累积距平变化中，气温的累积距平在 1977~1996 年期间呈现出下降的趋势，在 1996~2015 年呈现出上升的趋势，可以说明为临汾盆地气温在 1996 年产生了突变。降水的累积距平在 1944~2015 年整体表现出不规则的波状变化的趋势，其中，1983~1985 年、1987~1990 年、2011~2015 年主要表现出上升的趋势，这些年份降水逐渐增加；1977~1982 年、1996~2002 年、2003~2010 年主要表现出下降的趋势，这些年份降水逐渐减少。

4) 临汾盆地近 40 年气候季节变化中，春季的平均温度为 12.7℃，夏季的平均温度为 23.5℃，秋季的平均温度为 11.3℃，冬季的平均温度为 -0.7℃，其中春季的平均与年平均温度 12.4℃最为接近。春季的平均降水为 85.7 mm，占全年降水的 17.2%；夏季的平均降水为 272.8 mm，占全年降水量的 54.7%；秋季的平均降水为 123.3，占全年降水的 24.7%；冬季的平均降水为 16.6 mm，占全年降水的 3.4%。由上可知，温度在春季、夏季、秋季、冬季均呈现上升趋势，其中春季和夏季的上升趋势十分显著。夏季对年降水的贡献最大，其次分别为秋季、春季和冬季。降水在季节变化中，春季和夏季呈现出上升趋势，秋季和冬季呈现出下降趋势，且季节的变化趋势并不是十分明显。

5) 临汾盆地近 40 年气候的年代际变化中，临汾盆地年平均气温年代际变化整体呈现出“增加 - 稳定”趋势，年平均降水年代际变化整体呈现出“下降 - 增加”趋势。季节变化中，气温和降水年代际变化趋势不尽相同。气温在春季呈现出“稳定 - 减少”趋势，夏季呈现出“增加 - 稳定”趋势，秋季和冬季呈现出一致增加趋势；春季和夏季的降水一致呈现出减少的趋势，而则秋季和冬季的降水一致呈现出“减少 - 增加”的趋势。

自从发现全球增温以来，气候变化就成为人们关注的焦点，它对全球产生的影响至今没有定论。在研究气候变化问题中，小区域气候变化逐渐被研究人员重视起来，但目前的小气候变化特征研究，大部分侧重于气温和降水的变化，而气候要素还包括日照时数，蒸发等，所以其他气候要素的变化问题，尚需进一步探索和研究。

基金项目

本文由山西省重点研发计划项目(201603D221038)资助。

参考文献 (References)

- [1] 陆春花, 赵海英, 王栋, 等. 介休市近 53 年来的气候变化特征及分析[J]. 中国农业气象, 2009, 30(s2): 196-199.
- [2] 田苹, 李绍云, 李耀宁, 等. 气候变化对人类生存环境的影响分析[J]. 辽宁城乡环境科技, 2009, 29(3): 48-51.
- [3] 张存杰, 黄大鹏, 刘昌义, 等. IPCC 第五次评估报告气候变化对人类福祉影响的新认知[J]. 气候变化研究进展, 2014, 10(4): 246-250.
- [4] 赵金琦, 金银龙. 气候变化对人类环境与健康影响[J]. 环境与健康杂志, 2010, 27(5): 462-465.
- [5] 周启星. 气候变化对环境与健康影响研究进展[J]. 气象与环境学报, 2006, 22(1): 38-44.
- [6] 王素萍, 宋连春, 韩永翔, 等. 玛曲气候变化对生态环境的影响[J]. 冰川冻土, 2006, 28(4): 556-561.
- [7] Higgs, E.S. and Vita-Finzi, C. (1966) The Climate, Environment and Industries of Stone Age Greece: Part II. *Proceedings of the Prehistoric Society (New Series)*, **32**, 1-29. <https://doi.org/10.1017/S0079497X00014328>
- [8] Houang, E., Lam, D., Fan, D. and Seal, D. (2001) Microbial Keratitis in Hong Kong: Relationship to Climate, Environment and Contact-Lens Disinfection. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, **95**, 361-367. [https://doi.org/10.1016/S0035-9203\(01\)90180-4](https://doi.org/10.1016/S0035-9203(01)90180-4)
- [9] 龙斯玉. 江苏省农业气候资源生产潜力及区划的研究[J]. 地理科学, 1985, 5(3): 218-226.
- [10] 陈明荣. 秦岭地区气候的生产潜力[J]. 西北大学学报, 1979(1): 128-139.
- [11] 陈隆勋, 周秀骥, 李维亮, 等. 中国近 80 年来气候变化特征及其形成机制[J]. 气象学报, 2004, 62(5): 634-646.
- [12] 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): 229-236.
- [13] 王绍武, 蔡静宁, 朱锦红, 等. 中国气候变化的研究[J]. 气候与环境研究, 2002, 7(2): 137-145.
- [14] 秦大河. 中国气候与环境演变(下)[J]. 资源环境与发展, 2007(4): 1-3.
- [15] 左洪超, 李栋梁, 胡隐樵, 等. 近 40 a 中国气候变化趋势及其同蒸发皿观测的蒸发量变化的关系[J]. 科学通报, 2005, 50(11): 1125-1130.
- [16] 张强, 杨贤为. 近 30 年气候变化对黄土高原地区玉米生产潜力的影响[J]. 中国农业气象, 1995, 16(6): 19-23.
- [17] 马晓群, 张爱民, 陈晓艺. 气候变化对安徽省淮河区域旱涝灾害的影响及适应对策[J]. 中国农业气象, 2002, 23(4): 1-4.
- [18] 张树清, 张柏, 汪爱华. 三江平原湿地消长与区域气候变化关系研究[J]. 地球科学进展, 2001, 16(6): 836-841.
- [19] 程建刚, 解明恩. 近 50 年云南区域气候变化特征分析[J]. 地理科学进展, 2010, 27(5): 19-26.
- [20] 时兴合, 赵燕宁, 戴升, 等. 柴达木盆地 40 多年来的气候变化研究[J]. 中国沙漠, 2005, 25(1): 123-128.
- [21] 邓自旺, 林振山. 西安市近 50 年来气候变化多时间尺度分析[J]. 高原气象, 1997, 16(1): 81-93.
- [22] 魏凤英. 现代气候统计诊断与预测技术[M]. 北京: 气象出版社, 2007.
- [23] 任国玉, 徐铭志, 初子莹, 等. 近 54 年中国地面气温变化[J]. 气候与环境研究, 2005(10): 726-727.
- [24] 钟军. 中国降水的时空和概率分布特征[D]: [硕士学位论文]. 南京: 南京信息工程大学, 2013.

期刊投稿者将享受如下服务：

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：ccrl@hanspub.org