

气候变暖背景下寿光“数九”时节气温变化特征及突变分析

徐风霞*, 常成, 张珊, 高学芹, 单英超

寿光市气象局, 山东 寿光
Email: sgqxjxu@163.com

收稿日期: 2020年10月22日; 录用日期: 2020年11月5日; 发布日期: 2020年11月12日

摘要

为了解寿光市“数九”时节温度变化规律, 基于寿光市1961~2018年“数九”时节逐日气温观测资料, 利用现代气候诊断方法, 分析了寿光“数九”时节气温变化特征。结果表明, 1) 寿光近58年“数九”平均气温、最低气温总体呈均上升趋势。冬季变暖极端最低气温比平均气温贡献率大, “五九”、“七九”贡献相对大, “四九”贡献最小。2) $\leq -10.0^{\circ}\text{C}$ 日数“五九”最多达2.3天/年。寒冷时段出现在“三九”至“五九”, “五九”中期最冷, 且“五九”期间温度起伏波动大。“六九”开始升温, “七九”平均气温升至 0°C 以上。3) 寿光“数九”平均气温年代际变暖趋势明显, 年代最低值出现在60年代, 最高值出现在21世纪初10年。“五九”年代升温最快, “四九”年代升温最慢, 两者相差达 $0.514^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 。4) “数九”平均气温1988年发生突变, 突变前后相差 2.2°C 。

关键词

数九, 变化特征, 寿光, 变暖趋势, 倾向率

Analysis of the Characteristics and Mutation of Temperature Change during the Period of “Shu Jiu” in Shouguang under Climate Warming

Fengxia Xu*, Cheng Chang, Shan Zhang, Xueqin Gao, Yingchao Shan

Shouguang Meteorological Bureau, Shouguang Shandong
Email: sgqxjxu@163.com

Received: Oct. 22nd, 2020; accepted: Nov. 5th, 2020; published: Nov. 12th, 2020

*第一作者。

文章引用: 徐风霞, 常成, 张珊, 高学芹, 单英超. 气候变暖背景下寿光“数九”时节气温变化特征及突变分析[J]. 气候变化研究快报, 2020, 9(6): 685-691. DOI: 10.12677/ccrl.2020.96075

Abstract

The paper aims to reveal the variation regularity of “shu jiu” in Shouguang, based on the daily temperature observation data of Shouguang from 1961 to 2018, and using modern climate diagnosis method, the characteristics of temperature change in Shouguang were analyzed. The results showed that: 1) In recent 58 years, the average temperature and the lowest temperature of “shu jiu” in Shouguang have increased. The contribution rate of winter warming extreme minimum temperature is higher than the average temperature, the contribution rate of “wu jiu” and “qi jiu” is relatively large, and the contribution rate of “si jiu” is the smallest. 2) The maximum number of days at -10.0°C is 2.3 days/year. The cold period is from “si jiu” to “wu jiu”, and the middle period of “wu jiu” is the coldest, and the temperature fluctuates greatly during “wu jiu”. “Liu jiu” began to heat up, and the average temperature of “qi jiu” “rose above 0°C ”. 3) In Shouguang, the trend of decadal warming of the average temperature is obvious, with the lowest value in the 1960s and the highest value in the early 10 years of the 21st century. The “wu jiu” and the “si jiu” years are the fastest warming, with a difference of $0.514^{\circ}\text{C}/10\text{a}$. 4) The average temperature of shu jiu changed abruptly in 1988, with a difference of 2.2°C .

Keywords

Shu Jiu, Variation Characteristics, Shouguang, Trend of Warming, Trend

Copyright © 2020 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

中国农历中“九”是习惯用的民间节气,从冬至算起每九天为一个九,一直数到“九九”八十一,被称为“数九”[1][2]。俗语“九九消寒歌”曰:一九二九不出手,三九四九冰上走,五九六九沿河看柳,七九河开,八九燕来,九九加一九,耕牛遍地走!农谚有“冷在三九”,“春打五九尾,要饭跑断腿,春打六九头,吃穿不用愁”。而这些俗语都与工农业生产和人们生活息息相关。因此,研究“数九”时节气候变化特征还是十分必要的。

近年来,随着全球气候变暖[3],康丽华等[4][5][6]从不同角度分析了我国冬季气温特征,于群等[7]研究了山东冬季气温变化的气候特征和分型,张磊等[8]研究了51年山东临沂市冷暖冬气候特征及其成因分析,徐风霞等[9]分析了寿光市1961~2018年负积温变化特征,结果显示冬季负积温总体呈减少、负积温最长持续日数总体呈减少趋势,张姝丽等[10][11][12]分别研究了北京、邢台、西安“数九”时节气温变化特征。山东寿光市地处黄河中下游,属暖温带季风大陆性气候,四季分明。目前对寿光“数九”时节气温变化特征未见报道。本文利用寿光市观测资料,分析寿光近58年“数九”时节气候变化特征及影响,以期更好的为当地农业结构调整和人们生活提供气象服务。

2. 资料与方法

日最低气温 $\leq -10.0^{\circ}\text{C}$ 指低温严寒[13];负积温的多少,在一定程度上反映低温强度和持续时间的综合影响,是低温灾害的指标之一[14]。本文整理了寿光市1960~2018年“数九”时节逐日平均气温、最低气温、极端最低气温 $\leq -10.0^{\circ}\text{C}$ 日数、“数九”负积温资料。“数九” $\leq -10.0^{\circ}\text{C}$ 日数从极端最低气温挑取;

“某九”负积温是该时段日平均气温小于 0℃的累积值。年代以 10 位数字为年代数字值, 2000~2009 年为 21 世纪初 10 年, 2010~2018 年为近 9 年。

使用线性倾向估计法、累积距平分析变化趋势, 采用 Mann-Kendall、滑动 t-检验法进行突变检验[15], 使用 Excel 2003 制图。

3. 结果与分析

“数九”变化特征分析

由表 1 可见, 平均气温“一九”逐渐降低, “四九”略升, “五九”又略降, “六九”开始升温, 从“七九”开始平均气温升至 0℃以上, 平均气温最低出现在“三九”为-2.8℃, 平均气温“一九”到“九九”年代均为升温趋势, “七九”年代升温最快, 达 0.931℃/10a, “四九”年代升温最慢, 仅 0.275℃/10a; 相关系数除“四九”没有通过显著性检验外, “一九”、“二九”“六九”均通过 0.05 显著性检验, “三九”、“五九”、“七九”、“八九”、“九九”均通过 0.01 显著性检验; 极端最低气温-22.3℃, 出现在五九, 极端最低气温“一九”到“九九”年代均为升温趋势, “五九”年代升温最快, 达 0.952℃/10a, “七九”达 0.938℃/10a, “四九”年代升温最慢, 达 0.483℃/10a; 相关系数除“四九”通过 0.05 显著性检验外, 其余均通过 0.01 显著性检验。从气候倾向率看, 冬季变暖极端最低气温比平均气温贡献率大, “五九”、“七九”贡献相对大。 $\leq -10.0^{\circ}\text{C}$ 日数从“一九”到“五九”逐渐增多, “五九”最长达 2.3 天/年, 从“六九”后依次减少。

Table 1. Average temperature, extreme minimum temperature, days $\leq -10.0^{\circ}\text{C}$ in shu jiu period from 1961 to 2018

表 1. 寿光 1961~2018 年“数九”时节平均气温、极端最低气温、 $\leq -10.0^{\circ}\text{C}$ 日数

	平均气温 (℃)	气候倾向率 (℃/10 年)	相关系数	极端最低气 温(℃)	气候倾向率 (℃/10 年)	相关系数	$\leq -10.0^{\circ}\text{C}$ 日 数(d/a)
一九	-1.5	0.515	0.3247**	-16.4	0.58	0.374***	1.5
二九	-2.3	0.502	0.3231**	-17.9	0.678	0.398***	1.8
三九	-2.8	0.475	0.4011***	-18.6	0.72	0.503***	2.1
四九	-2.6	0.275	0.2005	-18.7	0.483	0.3239**	2.2
五九	-2.7	0.761	0.4934***	-22.3	0.952	0.5609***	2.3
六九	-0.8	0.48	0.2706**	-18.4	0.67	0.3603***	1.6
七九	0.7	0.931	0.4643***	-15.7	0.938	0.5387***	0.9
八九	2.1	0.749	0.4328***	-14.9	0.817	0.493***	0.3
九九	4.2	0.61	0.3946***	-13.6	0.615	0.4663***	0.1

注: *表示通过 0.1 显著性检验, **表示通过 0.05 显著性检验, ***表示通过 0.01 显著性检验。

由图 1 可以看出, 平均气温曲线“一九”开始下降至“三九”达最低点, “三九”至“五九”上下波动不大, “六九”至“九九”依次上升; 极端最低气温曲线“一九”至“四九”依次下降, “五九”猛降, “六九”至“九九”依次上升; 负积温曲线“一九”至“三九”持续下降, “三九”至“五九”略有上下波动, “六九”至“九九”依次上升。

由图 2 可以看出, “数九”平均气温与极端最低气温变化趋势线走向基本一致。“一九”第 1 天气温开始下降至“三九”第 6 天达低点, 平均气温、极端最低气温分别为-3.3℃、-7.8℃, 然后呈波浪上升至“五九”第一天, 平均气温、极端最低气温分别上升为-2.0℃、-6.4℃, 又开始下降至“五九”第 5

天达最低点, 平均气温、极端最低气温分别为-3.5℃、-8.1℃, 后呈上升趋势, 至“六九”第8天平均气温上升至0℃以上。

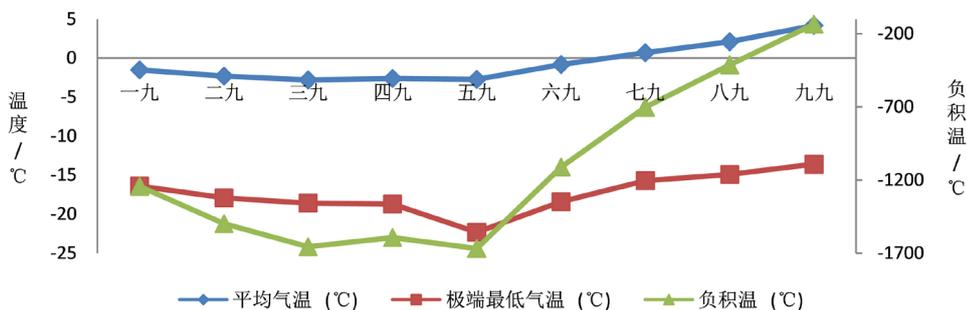


Figure 1. From 1961 to 2018, the average temperature, extreme minimum temperature and negative cumulative temperature of Shujiu in Shouguang

图 1. 寿光 1961~2018 年“数九”平均气温、极端最低气温、负积温变化趋势

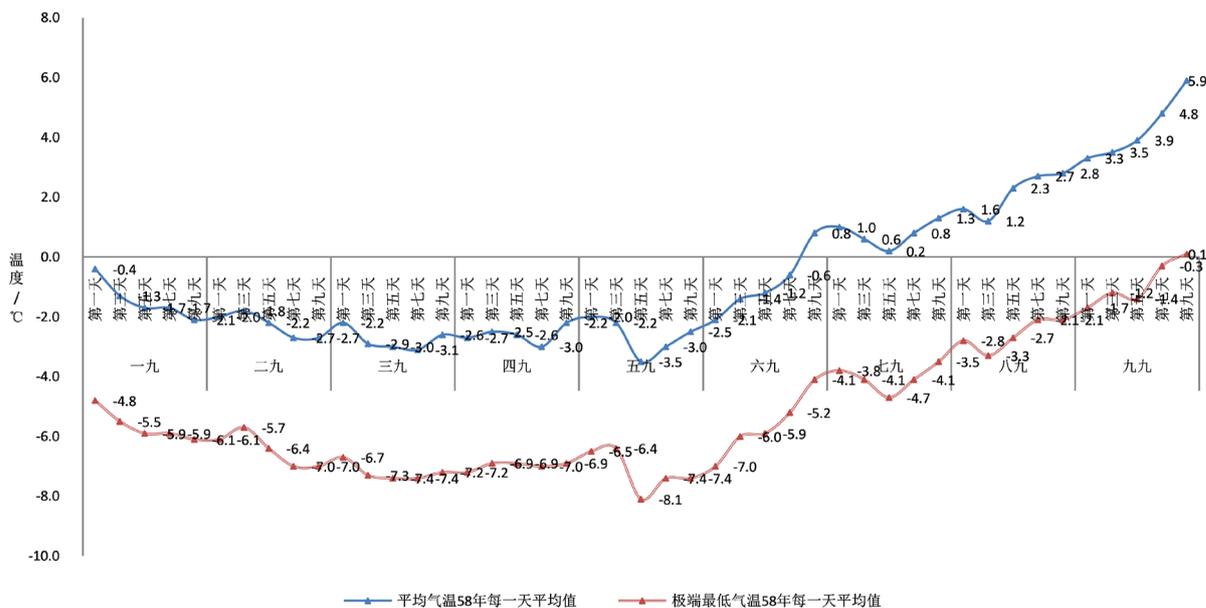


Figure 2. The 58-year average daily average temperature and extreme minimum temperature in Shouguang from 1961 to 2018

图 2. 寿光 1961~2018 年“数九”日平均气温、极端最低气温 58 年平均值

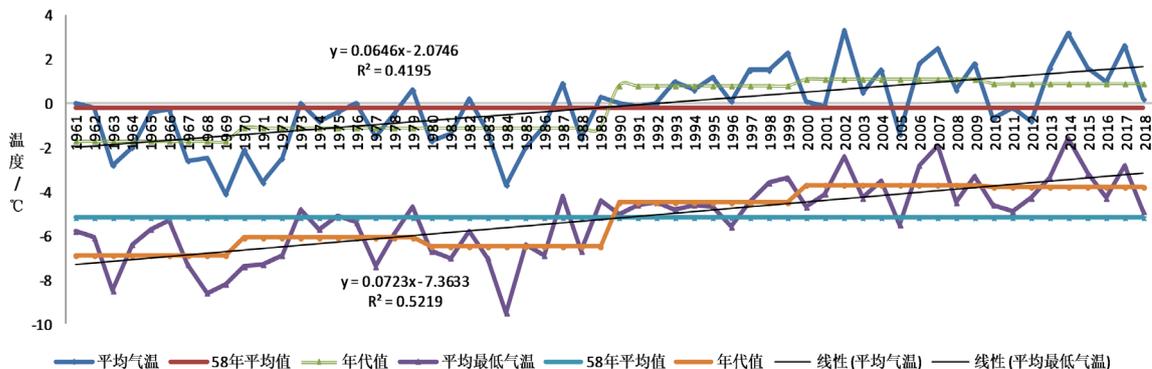


Figure 3. The trend of average temperature and extreme minimum temperature in shu jiu from 1961 to 2018 in 58 years

图 3. 寿光 1961~2018 年“数九”58 年平均气温、极端最低气温年代变化趋势

由图3可以看出,寿光平均气温、最低气温年代变化总体呈升高趋势,气候倾向率分别为 $0.65^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 、 $0.72^{\circ}\text{C}/10\text{a}$,相关系数 r 分别为0.65、0.72,均通过了 $\alpha=0.001$ 的显著性检验。20世纪60~80年代平均气温、最低气温年代值在平均值以下,进入90年代跳变到平均值以上。60年代平均值最低,21世纪初10年最高。由此可以看出,近58年来,寿光“数九”年代际变暖趋势明显,进入20世纪90年代以来这种趋势尤为明显,21世纪初10年最高,近9年略下降。

由图4“数九”每一天年代平均气温累积距平变化曲线判断年代由冷变暖拐点,可以看出,20世纪60年至21世纪近9年,回暖日期均在“六九”,90年代回暖最早在六九第一天,近9年回暖最晚在六九第9天,年代最早与最晚相差8天。

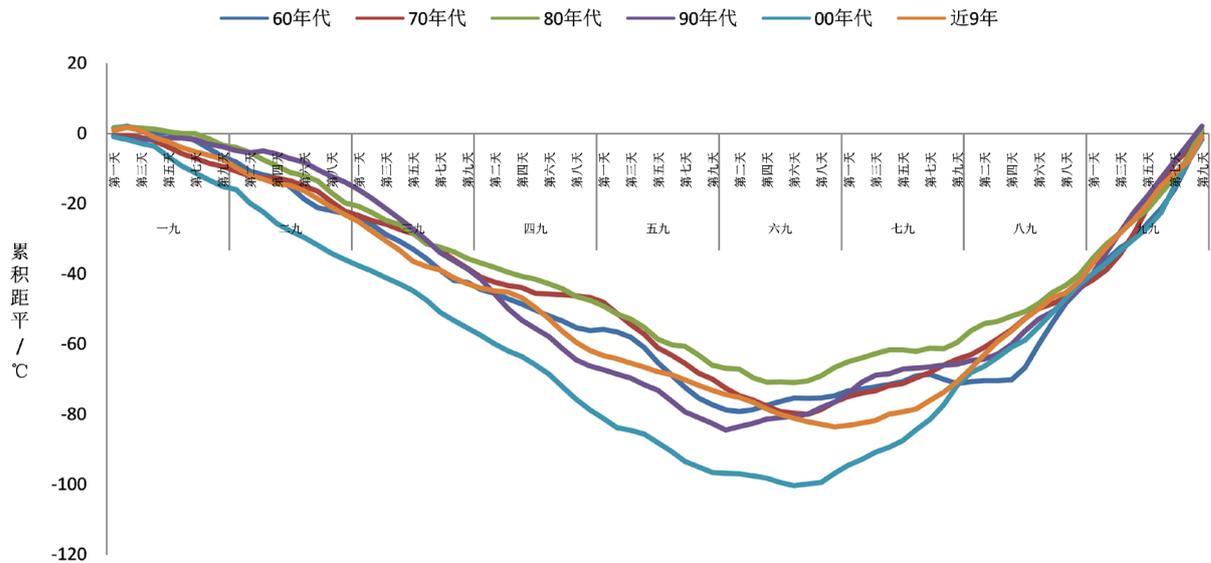


Figure 4. Chronological average daily temperature anomaly of “shu jiu” from 1961 to 2018 in Shouguang
图4. 寿光1961~2018年“数九”日平均气温年代累积距平

4. “数九”温度突变分析

由图5中UF曲线可见,“数九”平均气温1976年以来有明显的上升趋势,1991年这种上升趋势超过0.05临界线,升温十分显著,根据UF和UB曲线交点,1988年发生突变,突变前后相差 2.2°C 。

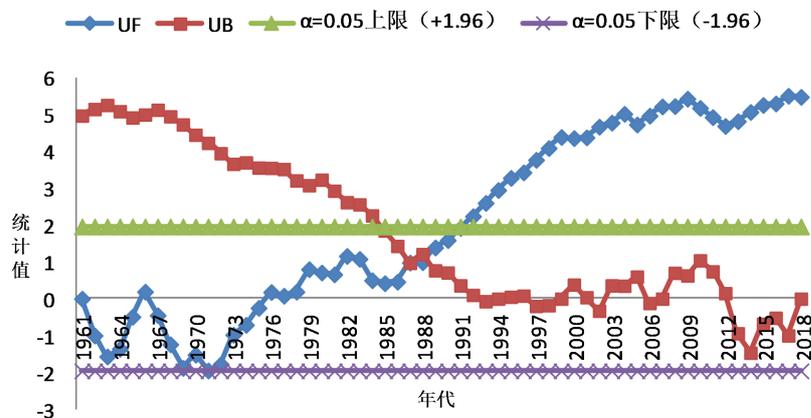


Figure 5. The Mann-Kendall statistical curve of the Mean air temperature in Shouguang from 1961 to 2018
图5. 寿光市1961~2018年“数九”平均气温 Mann-Kendall 统计量曲线

由图 6 中 UF 曲线可见,“数九”最低气温 1973 年以来有明显的升温趋势,1991 年这种升温趋势超过 0.05 临界线,升温十分显著,根据 UF 和 UB 曲线交于 0.05 临界线上,通过滑动 t-检验,没有发生突变。

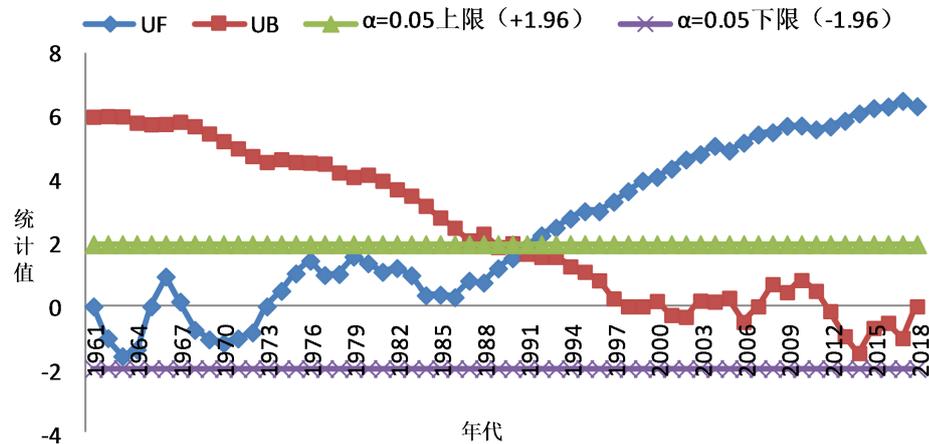


Figure 6. The Mann-Kendall statistical curve of the minimum temperature in Shouguang from 1961 to 2018

图 6. 寿光市 1961~2018 年“数九”最低气温 Mann-Kendall 统计量曲线

5. 结论与讨论

1) 寿光近 58 年“数九”平均气温、最低气温总体呈均上升趋势。冬季变暖极端最低气温比平均气温贡献率大,“五九”、“七九”贡献相对大。 $\leq -10.0^{\circ}\text{C}$ 日数“五九”最长达 2.3 天/年。寒冷时段出现在“三九”至“五九”,“五九”中期最冷,且“五九”期间温度起伏波动大,与农谚“冷在三九”之说有差别。

2) 寿光“数九”平均气温年代际变暖趋势明显,年代最低值出现在 60 年代,最高值出现在 21 世纪初 10 年。“五九”年代升温最快,“四九”年代升温最慢,两者相差达 $0.514^{\circ}\text{C}/10\text{a}$;“六九”开始升温,从“七九”开始平均气温升至 0°C 以上。

3) “数九”平均气温 1988 年发生突变,突变前后相差 2.2°C 。

4) 专家对“数九”变化趋势论证结论与本研究结论基本一致,不一致的地方就是寿光“五九”中期最冷,与农谚“冷在三九”之说有差别。本研究的创新点填补寿光区域“数九”气温统计资料空白;对农谚“冷在三九”进行了验证。

5) 讨论

本研究只从气温方面进行研究,今后工作中,加强寿光气候资源变化全面研究,为当地气候区划和工农业生产提供数据支撑。

基金项目

潍坊市气象局气象科学技术研究项目“潍坊地区冷暖冬气候特征研究”(2019wfqxkt12)。

参考文献

- [1] 曾强吾. 农家历[M]. 北京: 气象出版社, 2018: 7.
- [2] 赵相宁. 中华实用万年历/历象编(第二版)[M]. 北京: 气象出版社, 2016: 294-465.
- [3] 秦大河. 进入 21 世纪的气候变化科学——气候变化的事实、影响与对策[J]. 科技导报, 2004, 22(7): 4-7.
- [4] 康丽华, 陈文, 魏科. 我国冬季气温年代际变化及其与大气环流异常变化的关系[J]. 气候与环境研究, 2006,

11(3): 332-338.

- [5] 伍俊艺, 房一禾, 顾正强, 等. 中国冬季气温的时空特征分析[J]. 沈阳农业大学学报, 2015(6): 730-734.
- [6] 黎洛丝, 郑金新, 黎笑玲. 我国冬季气温特征分析[J]. 气象研究与应用, 2015, 36(Z1): 40-42.
- [7] 于群, 王新, 牟勤, 等. 山东冬季气温变化的气候特征和分型[J]. 山东农业大学学报, 2007, 38(1): 21-27.
- [8] 张磊, 潘婕. 近 51 年山东临沂市冷暖冬气候特征及其成因分析[J]. 中国农学通报, 2014, 30(29): 239-245.
- [9] 徐风霞, 秦瑜蓬, 张珊, 等. 寿光 1961-2018 年负积温变化特征及影响[J]. 中国农学通报, 2020, 30(8): 239-245.
- [10] 张姝丽, 张德山, 冯涛, 等. 北京“数九”时节的气候及其变化的分析[J]. 气候与环境研究, 2009, 14(5): 561-566.
- [11] 张金婷, 张晓蕾, 许新路. 邢台“数九”时节气候特征及其变化分析[C]//第 29 届中国气象学会年会论文集. 沈阳: 中国气象学会, 2012: 1-6.
- [12] 寇小兰, 梁佳, 徐虹. 近 40 年西安“数九”时节气温变化特征及突变分析[J]. 农业网络信息, 2015(7): 36-39.
- [13] 姚宇, 郑伟, 李敏睿, 等. 1960-2015 年山西省“数九”时节气温时空变化特征[J]. 干旱区地理, 2019(5): 111-119.
- [14] 温克刚, 王建国, 孙典卿. 中国气象灾害大典(山东卷) [M]. 北京: 气象出版社, 2006: 428.
- [15] 魏凤英. 现代气候统计(第二版) [M]. 北京: 气象出版社, 2009: 43-45.