

介休市近 53 年来的气候变化特征及分析*

陆春花¹, 赵海英¹, 王 栋², 韩爱梅³, 韩立帅¹, 高润琴⁴

(1. 山西省介休市气象局, 介休 032000; 2. 山西省太谷县气象局, 太谷 030800;

3. 山西省晋中市气象局, 榆次 030600; 4. 霍州市气象局, 霍州 031400)

摘要: 根据山西省介休市气象局 1954 - 2006 年的气温、降水、总云量、日照时数、烟霾日数、无霜期等资料, 分析了介休市近 53a 来的气候变化。结果表明: 近 53a 来介休市年降水量呈下降趋势, 而气温则呈上升趋势, 下降和上升速度均显著高于全国水平, 20 世纪 90 年代中期以来这种趋势尤为明显; 近 53a 来介休市气候分为冷、暖两个阶段, 以 90 年代中期为界, 前为冷期, 后为暖期; 53a 间有 2 个明显的干燥期, 60 年代中后期 - 70 年代中期和 90 年代中后期至本世纪初。烟霾日数、无霜期呈增加趋势, 而日照时数为减少趋势。

关键词: 气候变化; 降水; 气温; 干燥系数; 介休

Analysis on Climate Change in Jiexiu in Recent 53 Years

LU Chun-hua¹, ZHAO Hai-ying¹, WANG Dong², HAN Ai-mei³, HAN Li-shuai¹, GAO Run-qin⁴

(1. Jiexiu Provincial Meteorological Bureau, Jiexiu 032000, China; 2. Shanxi Taigu Meteorological Bureau, Taigu 030800;

3. Shanxi Jinzhong Agriculture Bureau, Yuci 030600; 4. Huozhou Agriculture Bureau, Huozhou 031400)

Abstract: According to the data of temperature, precipitation, total cloudiness, sunshine hours, smoke days, frost-free period, etc. from Jiexiu provincial meteorological bureau in Shanxi province during the period of 1954 - 2006, the climate change in Jiexiu city was analyzed. The results showed that the precipitation in Jiexiu decreased, the air temperature, however, increased, especially since the middle of 1990s. Both precipitation decreasing and temperature increasing were significantly higher than that of national average. The climate in jiexiu was divided into two parts since the middle of 1990s, that was, the cold stage and the warm stage. Two significant dry stages occurred in recent 53 years, the first dry stage was from the mid or late-1960s to the mid-1970s, and the second one was from the mid or late-1990s to the beginning of this century. The smoke days and the frost-free period increase, while sunshine hours decreased.

Key words: Climate change; Precipitation; Temperature; Dry coefficient; Jiexiu

气候是自然环境的一个重要组成部分, 与人类的生活息息相关。自然环境的变化, 特别是全球气候的变化, 对农业生产以及人类的生存环境产生直接和间接的影响。对经济社会的可持续发展发出了严峻的挑战。因此, 气候变化越来越受到人类重视, 同时区域性气候变化也已引起人们的普遍关注。但针对介休这样的小区域气候变化研究较少。本文通过介休市 1954 - 2006 年 53a 的温度、降水等资料, 对其气候变化特征进行初步分析, 旨在为介休市工农业生产、灾害预防以及当地经济的可持续发展提供参考。

1 材料和方法

选取介休市气象局 1954 - 2006 年的月平均气温, 平均最高、最低气温, 年、月降水量, 年平均总云量、蒸发量、平均风速、日照时数、烟霾日数、无霜日等

要素资料, 按 3 - 5 月为春季, 6 - 8 月为夏季, 9 - 11 月为秋季, 12 月 - 次年 2 月为冬季, 应用最小二乘法, 进行线性趋势倾向分析; 采用 7 级分级法, 计算气温和降水的异常情况; 计算干燥系数及其它各要素的 5a 滑动平均值, 分析各要素的年代际变化。

2 结果与分析

2.1 温度变化特征

2.1.1 平均气温

(1) 年际变化

由图 1 可知: 自 1954 年以来, 介休市气温总体呈上升趋势, 其增长速率为 $0.25^{\circ}\text{C}/10\text{a}$, 显著高于全国平均水平 ($0.1^{\circ}\text{C}/10\text{a}$)^[1]。进入 20 世纪 90 年代中期以来, 气温上升迅速, 最大升幅达 1.2°C , 尤其是 1997 年以后持续升高, 且气温变幅增大, 1999 年年平均气

* 收稿日期: 2008-12-12

作者简介: 陆春花(1964 -), 女, 山西省介休市, 理学学士, 工程师, 主要从事农业气象与气象观察研究。

E-mail: luch1964@163.com

温达 12.2℃,为历史最高。

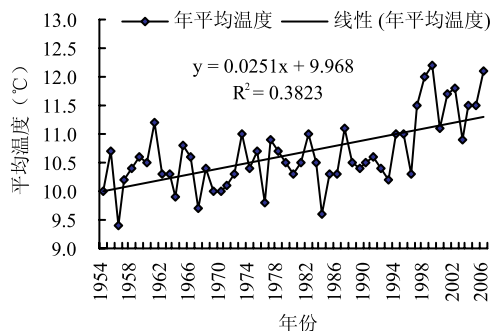


图 1 1954 - 2006 年介休市年平均温度变化

从 5a 滑动平均曲线(图 2)可以看出,90 年代中期以前,5a 滑动平均值长期处于多年平均值以下,而 90 年代中期以后,持续高于多年平均值,且幅度明显增大,21 世纪初达到极值。这也说明,介休市气温为变暖趋势,且 90 年代中期以后持续增暖。按照 $V_t > 0$ (V_t 为年平均气温 5a 滑动平均值与多年平均值之差) 为偏暖, $V_t < 0$ 为偏冷来划分,介休市气温以 90 年代中期为界,分为冷、暖 2 个阶段,前为冷期,后为暖期。

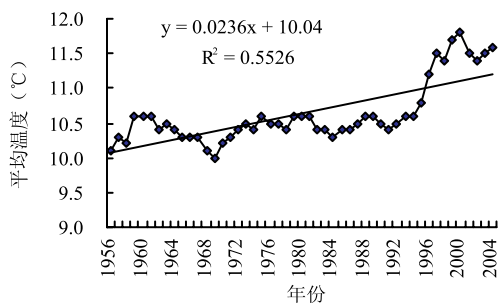


图 2 介休市 5a 滑动平均温度变化

(2) 年代际变化

由表 1 可知,20 世纪 50 - 60 年代,气温基本没有变化,70 - 80 年代略有增高,进入 90 年代,气温突变,较 50 年代增加了 0.7℃,到 21 世纪初上升到 11.6℃。总之,各年代际平均气温总体呈上升趋势。

表 1 介休市 1954 - 2006 年年代际平均气温(单位:℃)

年代	年	春季	夏季	秋季	冬季
50	10.3	11.6	22.8	10.1	-3.5
60	10.3	11.8	23.0	10.2	-3.6
70	10.4	11.9	22.7	10.4	-3.0
80	10.5	11.8	22.5	10.4	-2.7
90	11.0	12.2	23.1	10.7	-1.9
2000 - 2006 年	11.6	13.3	23.4	11.2	-1.6

(3) 季节变化

从季平均气温变化曲线(图略)来看,四季均为增暖的趋势,但夏季增暖幅度很小,不足 0.1℃/10a;春季较大,增长速率为 0.24℃/10a;秋季次之,增长速

率为 0.20℃/10a。而冬季则最大,其增长速率为 0.48℃/10a,是春季的两倍;90 年代中期以后增暖更为显著,最低值仅比多年平均值低 0.3℃;53a 来,最高值与最低值的变化幅度达 5.3℃,最高值为 -0.1℃,出现在 2002 年,达历史最高;最低值为 -5.4℃,出现两次,均在 50 年代。

由表 1 可知,从 20 世纪 50 - 80 年代,春、秋季气温略有增高,冬季增暖幅度较大,夏季略微降低。进入 90 年代后,四季气温突升,到 21 世纪除夏季外较 50 年代均上升了 1.0℃ 以上,冬季上升了近 2.0℃,与曲线的变化趋势基本一致。

由此可见,年平均温度升高,冬季气温升高的贡献最大。

2.1.2 平均最高、最低气温

(1) 年际变化

从年平均最高、最低温度变化曲线图(图略)可知,介休市年平均最高温度的整体变化趋势与年平均气温接近,仍以 90 年代中期为界,分为冷、暖 2 个阶段,但其冷、暖变化幅度较平均气温剧烈,最冷、最暖年温差达 3.8℃,大约是年平均气温的 1.4 倍;且在冷期的 43a 中,低于平均值的年份多达 29a,在暖期的 10a 中,仅有 1a 低于平均值。而把最低温度变化特征则明显不同于平均气温和平均最高气温,表现为:90 年代初以前,冷暖交替,其中 50 年代末 - 60 年代中期为暖期,1961 年达到高峰(5.5℃);之后到 70 年代初为冷期,1967 年达最低(3.5℃);70 年代初 - 80 年代初为暖期,且波动变化明显;80 年代初 - 90 年代中期为冷期。1997 年以后,气温突然急剧变暖,于 2006 年达最高,从线性趋势看,平均最高气温的斜率大于平均气温,而最低气温的斜率则小于平均气温,说明年平均气温上升,主要是由最高气温升高引起的。

(2) 季节变化

从季平均最高和最低气温变化曲线(图略)来看,最高温度除夏季外,其它季节均呈上升趋势,而最低温度则只有冬季上升明显,这与全省情况有所不同^[2]。说明平均最高温度上升幅度远大于最低温度。显而易见,年平均气温上升,最高气温起决定性作用。

2.1.3 气温异常变化

根据气象业务规范标准,计算气温(包括平均气温、平均最高最低气温)分级情况,见表 2。T 代表全年、各季平均气温或平均最高最低气温;Ts 代表气温的多年平均值;S 代表气温的标准差。

根据以上分级标准,将年、季气温分为 7 个等级,然后分析其异常情况得出:年平均气温异常偏冷有 2a,

1956、1984 年;出现异常偏暖的有 5a,均在 1997 年以后。偏冷以下等级均出现在 1971 年以前,而偏暖以上等级均出现在 1997 年以后,只有 1975 年秋季的平均最低气温出现异常偏暖。说明介休市气温在 90 年代以后变暖显著。显著偏冷以下等级的年份较多,均集中在 70 年代以前,此分析结果与曲线分析基本吻合。

表 2 气温分级情况

范 围	程 度	级 数
$T \geq T_s + 2.0S$	异常偏暖	3
$T_s + 1.5S \leq T < T_s + 2.0S$	显著偏暖	2
$T_s + 1.0S \leq T < T_s + 1.5S$	偏 暖	1
$T_s - 1.0S \leq T < T_s + 1.0S$	正 常	0
$T_s - 1.5S \leq T < T_s - 1.0S$	偏 冷	-1
$T_s - 2.0S < T < T_s - 1.5S$	显著偏冷	-2
$T \leq T_s - 2.0S$	异常偏冷	-3

注:分级标准为业务规范,由气象台提供。

2.2 降水变化特征

2.2.1 年际变化

统计表明,53a 来,介休市年降水量平均值为 464.1mm。其中,最大值为 733.1mm,出现在 1964 年;最小值为 263.5mm,出现在 1997 年,最大值将近是最小值的 3 倍。

从图 3 可以看出,20 世纪 50-70 年代,降水的年度变化较为剧烈,1954,1956,1963,1964,1971,1975,1977 年共 7a 的降水较常年偏多 3~6 成;而偏少年只有 1957、1965、1972 年 3a,较常年偏少 3~4 成。70 年代末以后,呈波动变化且逐渐减少,进入 90 年代减少更为明显,到 21 世纪初又有增加趋势,2003 年最为明显。70 年代末-21 世纪初为枯水期,降水量距平为负值的年份明显多于正值的年份,且负距平大于正距平。另外,从图 3 还可以看出,53a 来,介休市降水量总体呈减少趋势,其减少速率为 22.1mm/10a,显著高于全省水平(17.3mm/10a)。

从 1954-2006 年降水的 5a 滑动平均来看(图 4),1992 年以前基本高于平均值,1993 年以后均低于平均值。说明介休市的降水变化趋势为 90 年代以后

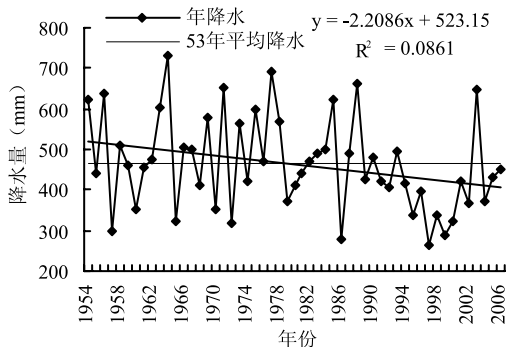


图 3 介休市 1954-2006 年历年年降水量变化

持续减少,90 年代中后期最为显著,干旱特征明显。干旱标准:[(年降水量 - 平均降水量)/平均降水量 < 15% 为干旱。

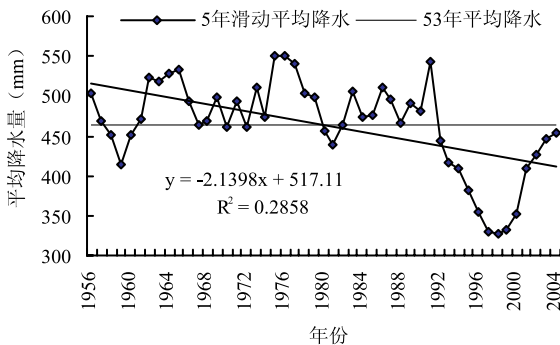


图 4 介休市 5a 滑动平均年降水曲线

表 3 介休市 1954-2006 年年代际平均降水量(单位:mm)

年代	年	春季	夏季	秋季	冬季
50	475.0	78.0	280.2	102.7	11.4
60	493.7	93.9	236.0	154.5	10.8
70	570.1	55.8	328.0	105.5	16.7
80	486.7	86.2	296.0	118.9	12.7
90	371.2	67.1	213.2	82.6	9.3
2000-2006 年	447.7	59.7	248.6	123.6	15.1

由年代对比分析可知(表 3),20 世纪 50-70 年代降水量逐渐增多,80-90 年代,降水呈持续、迅速减少趋势,平均每 10a 减少 100.0mm,到 90 年代,降水量仅为 371.2mm,比 70 年代减少了 198.9mm。21 世纪初降水量有恢复性增加趋势,但仍低于多年平均值。

2.2.2 季节变化

从表 3 可以看出,介休市的降水特征在季节上表现为夏季降水量最大,约占全年降水量的 50% 左右,其次是春季和秋季,冬季降水量最少。

尽管年平均降水量减少,但是各季降水变化并不相同。分析历年各季降水得出:降水的季变化为春、夏、秋季降水减少趋势明显,夏、秋季减少尤为显著,其减少速率分别为 9.7mm/10a、6.7mm/10a,而冬季降水呈略微增加趋势,但总体变化幅度不大,说明介休市降水减少主要是由夏、秋季降水减少造成的。

从以上分析不难看出,53a 来,介休市降水和气温的变化为偏暖期对应降水的偏少期,而偏冷期则对应于降水的偏多期。

2.3 降水异常变化特征

根据气象业务规范标准进行降水分级(表 4)。据此分级标准分析得出:年度降水异常偏多的情况有 3 次,均在 70 年代以前;异常偏少的则只有一次,出现在 1997 年。90 年代以后,均为偏少。季节降水异常偏少年份与偏多年份基本接近,且偏多与偏少交替出

现,但秋季不同,70 年代初以前偏多以上等级的年份较多,从 70 年代中期开始,则偏少年份明显增多。80 年代后期至 21 世纪初,夏、秋季降水持续偏少。因此,采用分级标准分析与曲线分析得到的结论是一致的。

表 4 降水分级情况

范 围	程 度	级数
$\Delta R_s \geq 50\%$	异常偏多	3
$30\% \leq \Delta R_s < 50\%$	显著偏多	2
$10\% \leq \Delta R_s < 30\%$	偏 多	1
$-10\% \leq \Delta R_s < 10\%$	正 常	0
$-30\% \leq \Delta R_s < -10\%$	偏 少	-1
$-50\% < \Delta R_s < -30\%$	显著偏少	-2
$\Delta R_s \leq -50\%$	异常偏少	-3

注: $R_s = (R_{s1} + R_{s2})/2$; R_{s1} 为年、季降水距平百分率; R_{s2} 为 7 - 8 月降水距平百分率。

2.4 干燥系数变化特征

干燥系数 K 是年可能蒸发量 E_m 与降水量 P 的比值 ($K = E_m/P$), 它在一定程度上反映一个地区平均干燥状况, 是衡量一个地区干旱程度的重要指标之一。有研究^[3]指出: $K \geq 3.5$ 为干旱。介休市 53a 中有 29a $K > 3.5$, 占 61%, 最大年份甚至达 7.0, 为湿润地区的 10 倍以上。可见, 干旱是介休市主要的气候特征。

从介休市历年干燥系数曲线图(图略)可知, 年度干燥系数整体有增大趋势。70 年代中期以前, 变化剧烈, 最大值出现在 1957 年, 为 6.8, 60 年代中期 - 70 年代中期, 有一个明显干燥期; 90 年代中期以来, 干燥系数显著增大, 出现另一个明显干燥期, 1997 年是 70 年代以来的最干燥年。

从干燥系数的季节分布来看, 四季均有增大趋势, 但春季最为明显。说明, 介休市春季干旱严重, 这也验证了本地“十年九春旱”的说法。总之, 53a 来, 介休市干旱化程度正在加剧, 90 年代以后尤为明显。

2.5 其它要素变化特征

2.5.1 平均总云量

平均总云量为 4.7 成, 最高值为 5.4 成, 最低值为 4.4 成, 变化趋势不明显, 年际波动比较小。

2.5.2 日照时数

年平均日照时数为 2646.9h。最大值为 2981.9h, 出现在 1965 年; 最小值为 1651.4h, 出现在 2003 年。根据统计, 80 年代以后大于多年平均的只有 7a。可见 53a 来, 日照时数呈显著下降趋势。

2.5.3 无霜日

年平均无霜日为 174d。最大值为 217d, 属历史之最, 出现在 2001 年; 最小值为 128d, 出现在 1980 年, 据统计分析, 无霜日总体呈增加趋势。

2.5.4 烟、霾日数

年平均烟霾日数为 149d, 最大值为 240d, 出现在 2003 年, 1960 - 1961 年连续两年都没出现。根据统计, 从 1954 - 1987 年, 烟霾日数从几十天增加到 120d, 而从 1988 年后, 增加到 149d 以上。很明显, 烟霾日数呈增加趋势, 且增加幅度较大。

由此可见, 介休地区近 53a 以来的日照时数, 烟霾日数、无霜期呈显著增加趋势, 而总云量变化不太明显。

3 结论与讨论

近 53a 来, 介休市降水量总体呈减少趋势, 减少速度 22.1mm/10a, 显著高于全国平均水平 (2.9mm/10a)。20 世纪 90 年代减少趋势尤为明显。并且主要是由夏、秋降水减少造成。

近 53a 来, 介休市气温总体呈上升趋势, 其增长率为 0.25℃/10a。90 年代以来, 气温上升迅速, 最大升幅达 1.2℃, 1999 年达最高。在季节上, 四季均为增暖趋势, 但冬季增暖显著, 说明介休市年平均气温升高冬季升温贡献最大。平均最高气温除夏季外, 其它季节均呈上升趋势, 最低温度则只有冬季上升明显, 且上升幅度远小于最高温度, 说明介休市年平均气温升高主要决定于平均最高气温的升高。

近 53a 介休市气候分为冷、暖 2 个阶段, 1997 年前为冷期, 后为暖期。

53a 间介休市有 2 个明显干燥期: 60 年代中后期 - 70 年代中期; 90 年代中后期至本世纪初。干燥系数四季均有增大趋势, 但春季增大最为明显。

日照时数、霜冻日数呈减少趋势, 而烟霾日数呈增加趋势, 且增加特别显著。

此外, 一些极端天气事件的变化, 主要表现在干旱日趋严重, 雾日逐渐增多, 而寒潮、沙尘天气事件频数则呈下降趋势。

总之, 介休市气候变化特点, 尤其是气温显著升高, 除和全球气候变化的大背景有关外, 与当地 20 世纪 80 年代以来的中、小型焦化企业迅速崛起、空气严重污染有直接关系。随着近年来政府对环境问题的重视, 中小型焦化企业的取缔, 情况略有改善, 烟霾天气也有减少趋势, 但对环境治理还应进一步加大力度, 因此, 对介休地区的气候变化的研究很有必要。

参考文献:

- [1] 林学椿. 近 40a 我国气候趋势[J]. 气象, 1990, 16(10): 16-21.
- [2] 赵桂香. 近 47 年来山西省气候变化分析[J]. 干旱区研究, 2006, 9(3): 500.
- [3] 高国栋. 中国物理气候图集[M]. 北京: 农业出版社, 1981.