

晋中近 49 年气候变化特征及对水资源的影响

马荣田 周雅清 朱俊峰 郭彩萍 陈红萍

(山西省晋中市气象局, 榆次 030600)

提 要: 利用晋中市近 49 年的气候和水资源等资料,对气温、降水的变化特征以及由此引起的水资源量的变化进行了统计分析。结果表明:年平均气温整体呈上升趋势,平均以 $0.3^{\circ}\text{C}/10$ 年速率上升,气温偏高主要是冬季,夏季变化幅度不大。降水量的变化呈减少趋势,以 $35.9\text{mm}/10$ 年的速度在递减,1990 年代是降水量减少幅度最大的时期;水资源总量、地下水、河川径流量呈减少趋势,与降水的变化具有明显的一致性。

关键词: 气候变化 气温 降水 水资源量

Climatic Change and Its Impact on Water Resources in Jinzhong, Shanxi Province for Recent 49 Years

Ma Rongtian Zhou Yaqing Zhu Junfeng Guo Caiping Chen Hongping

(Jinzhong Meteorological Office, Shanxi Province, Yuci 030600)

Abstract: Based on the climate and water resources data of Jingzhong, Shanxi Province for recent 49 years, the change characteristics of temperature, precipitation and water resources are analyzed. The results indicate that the annual mean temperature is rising at a rate of $0.3^{\circ}\text{C}/10\text{a}$, and the increasing mainly occurs in winter. While, the precipitation is decreasing at a rate of $35.9\text{mm}/10\text{a}$, with the largest decrease in the 1990s. The water resources, groundwater and river runoff all tend to decrease, which are consistent with the changes of precipitation.

Key Words: climatic variation temperature precipitation water resource

引 言

气候变化是指气候平均状态统计学意义上的巨大改变或者持续较长一段时间(典型

的为 10 年或更长)的气候变动。1980 年代以来,越来越多的科学证据表明,人类活动已经在很大程度上影响了全球气候系统,气象要素无论在时间上、空间上的变化都很大^[1-2]。由于气候变化的影响,水资源的年际

变化很大,农业干旱频繁发生,水资源供需矛盾十分突出,给国民经济的持续发展造成了严重的障碍。

从地表水、地下水的补给情况看,主要为雨洪补给,气候变化特别是降水变化对水资源的变化起着决定性的作用^[3]。因此,了解气候变化的规律及其对水资源的影响,对于合理利用及保护水资源,为国民经济的可持续发展提供水资源保障具有积极意义。

1 资料来源

本文所用资料为晋中市榆次、太谷、祁县、平遥、介休、灵石、寿阳、昔阳、和顺、左权和榆社 11 个县(市)气象站 1956—2004 年的平均气温、平均最高、最低气温、降水量、蒸发量等气候资料,晋中市水文局提供的 1956—2000 年潇河、乌马河、象峪河、昌源河、浊漳河、清漳河和松溪河等主要河流径流量资料以及 1982—2005 年平川区榆次、太谷、祁县、平遥、介休等县市的埋深(从井口到水面的深度)实验资料。根据以上资料对晋中市的气候变化特点及对水资源的影响进行了统计分析。

2 气温变化特征

2.1 平均气温的变化特征

晋中市历年平均气温为 9.1°C ,其中平川区为 10.4°C ,东部山区为 8.1°C ,呈东低西高型,海拔高度每升高 100m 温度约降低 0.6°C 左右。年平均气温最高为 10.8°C ,出现在 1999 年;最低为 8.0°C ,出现在 1967 年,差值为 2.8°C 。

从图 1 可以看出,近 49 年来晋中市年平均气温呈峰谷波动形上升趋势,大致可分为 3 个时期:第一个时期(1956—1972 年)偏冷期,平均值为 8.5°C ,较历年平均偏低 0.6°C ;第二个时期(1973—1986 年)波动期,平均值

为 9.1°C ,与历年平均值持平,较偏冷期偏高 0.6°C ;第三个时期(1987—2004 年)偏暖期,平均值为 9.7°C ,较历年平均偏高 0.6°C ,较波动期偏高 0.6°C ,较偏冷期偏高 1.2°C 。1956—2004 年年平均气温变化倾向率为 $0.34^{\circ}\text{C}/10\text{年}$ 。

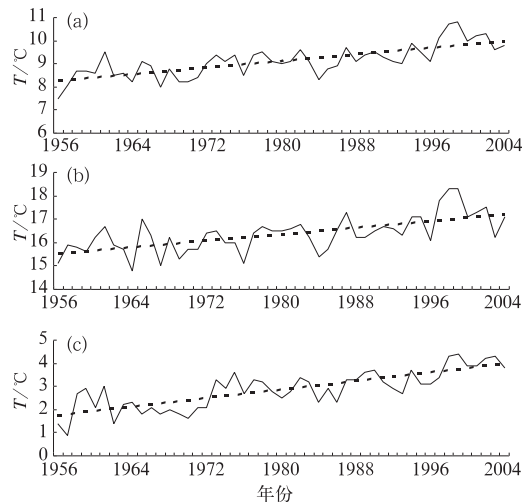


图 1 1956—2004 年晋中市年平均气温(a)、平均最高(b)、最低气温(c)及变化趋势

从表 1 可以看出,年平均气温的年代际变化呈上升趋势,1960 年代最低,1990 年代最高,1970 年代较 1960 年代偏高 0.5°C ,1980 年代偏高 0.6°C ,1990 年代偏高 1.0°C 。2000—2004 年继续偏高。

从季节变化分析,气温偏高主要出现在冬季,近 49 年变化倾向率为 $0.6^{\circ}\text{C}/10\text{年}$ 。历年冬季平均气温为 -4.7°C ,50 年代后期冬季平均气温为 -5.3°C ,1960 年代为 -5.7°C ,1970 年代为 -5.1°C ,1980 年代为 -4.7°C ,1990 年代为 -3.7°C ,气温明显升高,特别是近几年来,气温变暖更为突出,2001—2004 年冬季平均气温高达 -2.9°C ,较最高的 1990 年代还偏高 0.8°C ,较最低的 1960 年代偏高 2.8°C 。夏季气温变化幅度不大,近 49 年增温率为 $0.2^{\circ}\text{C}/10\text{年}$ 。春季和秋季

表 1 晋中市近 49 年年平均气温、平均最高和最低气温的年代际变化

	1956—1960 年	1960 年代	1970 年代	1980 年代	1990 年代	2000—2004 年
平均气温/℃	8.3	8.6	9.1	9.2	9.8	10.0
平均最高气温/℃	15.7	15.9	16.2	16.4	17.1	17.0
平均最低气温/℃	2.0	2.0	2.9	3.1	3.5	4.1

增温速率分别为 0.4°C 和 0.3°C , 介于冬季和夏季之间。

2.2 平均最高、最低气温的变化特征

由图 1 和表 1 可以看出, 晋中市近 49 年年平均最高、最低气温与平均气温一样都呈上升趋势, 其变化倾向率分别为 $0.33^{\circ}\text{C}/10$ 年和 $0.43^{\circ}\text{C}/10$ 年。平均最高气温在 1950 年代后期至 1990 年代中期, 呈波动上升, 距平值小于 0, 1990 年代中期以后显著上升, 距平值大于 0。1990 年代较历年平均值偏高 0.7°C , 较 1960 年代值偏高 1.2°C 。平均最低气温在 1970 年代中期前, 为一个持续偏冷期, 1970 年代中期后至 1980 年代中期, 冷暖交替, 1980 年代中期后至 2004 年为持续偏暖期, 尤其是 1994 年以后, 增暖趋势更为明显。

3 蒸发量的变化特征

晋中市历年蒸发量为 1703.6mm 。由于气温升高, 蒸发量随之增加, 近 49 年变化倾向率为 $4.7\text{mm}/10$ 年。

4 降水量的变化特征

晋中市地处中纬度内陆黄土高原, 属暖温带大陆性半干旱季风气候区, 气候复杂多变, 降水年际差异较大, 降水量在时间和强度上逐年变化相差悬殊, 多雨年和少雨年可相差 2~3 倍, 易形成旱涝^[4]。由于受地形和多种因素的影响, 气候带的垂直分布和东西差异比较明显, 降水量东部山区多, 西部平川

少, 迎风坡大, 背风坡小。降水量自东向西呈递减趋势, 东部山区历年平均降水量为 530.7mm , 西部平川为 437.3mm , 东部山区较西部平川偏多 93.4mm , 偏多 17.6% 。从历年来看, 全市降水量介于 $275.9\sim 736.9\text{mm}$ 之间, 平均为 490.6mm 。最多年为 1963 年, 平均降水量为 736.9mm , 最少年是 1986 年, 平均降水量为 275.9mm , 差值为 461.0mm 。

4.1 年降水量的变化特征

由图 2 可以看出: 晋中市近 49 年降水量的变化总体上呈减少趋势, 其变化大致可分为 3 个时段: 第一时段 (1956—1967 年) 多雨时段, 该段降水量平均为 559.9mm , 较历年平均值偏多 69.3mm , 偏多 12.4% 。12 年中只有 2 年低于平均值, 降水为正距平。第二时段 (1968—1990 年) 为波动时段, 降水量呈峰、谷波动变化。1968—1979 年降水量平均为 509.6mm , 较多雨时段偏少 50.3mm , 偏少 9.0% ; 较历年平均偏多 19.0mm , 偏多 3.9% ; 1982 年—1990 年降水量平均为 477.5mm , 较多雨时段偏少 82.4mm , 偏少 14.7% ; 较历年平均偏少 13.1mm , 偏少 2.7% 。第三时段 (1991—2004 年) 少雨时段, 这一时段的降水量呈明显减少趋势, 平均降水量为 427.1mm , 较多雨时段偏少 132.8mm , 偏少 23.7% ; 较历年平均值偏少 63.5mm , 偏少 12.9% ; 较第一

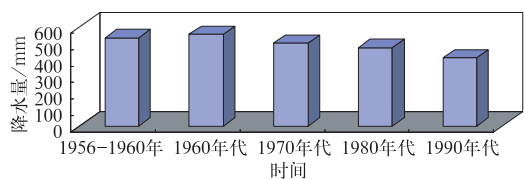


图 2 1956—2000 年晋中市降水量年代际变化

波动时段偏少 82.5mm, 偏少 16.2%。14 年中只有 3 年高于平均值, 降水为负距平, 降水较少, 气候干旱其变化倾向率为 -35.9mm/10 年, 1990 年代是降水量减少幅度最大的时期。

4.2 四季降水量分布

晋中市一年中仅夏季受到海洋性暖湿气流的影响, 成为多雨季节, 且雨季时间较短, 大部分时间在干燥大陆性气团控制之下, 不利于产生降水。季降水量分配极不均匀, 季节变化非常明显。一般来说, 冬季干旱少雪, 夏季雨量充沛, 秋雨多于春雨, 年度降水主要集中在夏季。春季晋中市降水量为 68.4mm, 占年雨量的 14.8%; 夏季为 285.5mm, 占年雨量的 59.1%; 秋季 116.1mm, 占年雨量的 23.9%; 冬季降水量为 11.2mm, 占年雨量的 2.2%。

与年降水的变化趋势相同, 四季降水也都呈减少趋势, 春季、夏季、秋季和冬季的降水量变化倾向率分别为 -4.2mm/10 年, -22.4mm/10 年, -5.3mm/10 年和 -0.2mm/10 年。

5 气候变化对水资源的影响

气候变化对水资源的影响是指由于气候因素(主要是降水和气温的变化)引起的自然状态下的水资源量和质的变化, 它是通过水循环中各个环节的变化实现的, 是事关人类生存与发展的大问题。

5.1 气温变化对水资源的影响

据专家分析, 全球变暖会影响整个水循环过程, 使蒸发加大, 改变区域降水量和降水分布格局, 增加降水极端异常事件的发生, 导致洪涝、干旱灾害的频次和强度增加, 使水资源量发生变化^[1]。一般来讲, 气温对水资源的影响主要表现在高温使水体蒸发加大, 近 49 年代来, 晋中市气温随年代逐渐上升, 偏

暖期较偏冷期平均气温升高 1.2℃, 河川径流量减少了 $3.7 \times 10^8 \text{m}^3$, 减少 35.9%。高温与干旱往往同时出现, 高温加剧了旱情, 使农田需水量增加, 城市生活用水量增加, 加大了城市供水的负担, 高温干旱是导致水资源趋于紧张的重要因素。

5.2 降水变化对水资源的影响

5.2.1 降水变化对地表水资源的影响

自然降水是地表水资源的重要补给源, 对水资源影响重大。降水变化对水资源的变化起着决定性的作用。全市水资源、地表径流量的变化与降水量的变化趋势一致。

由图 3 可以看出: 晋中市河流多年平均径流量为 $8.35 \times 10^8 \text{m}^3$, 其中平川区占 27.5%, 东山区占 72.5%。径流的年内分布主要以雨洪补给为主, 将图 2 和图 3 对比可以发现, 全市的径流量年内分布与降水的变化具有明显的一致性, 并且径流量随着降水量的年际变化和阶段性周期变化而变化, 丰水年径流量增大, 枯水年径流量减少。从潇河流域分析, 在大多数年份中, 降水量每减少 10%, 径流量约减少 15.6%~27.3%。降水和径流的年内分布不均, 年际变化大, 夏季降水量占全年总量的 59.1%, 径流量占年平均流量的 63%~81%。从各年代比较, 河川径流量呈逐年下降趋势。1950、1960 年代径流量为 $10.72 \times 10^8 \text{m}^3$, 较历年平均值偏丰 28.4%; 1970 年代径流量为 $8.51 \times 10^8 \text{m}^3$, 偏丰 2.1%; 1980 年代径流量为 $7.23 \times 10^8 \text{m}^3$, 偏枯 13.5%; 1990 年代径流量为 $5.76 \times 10^8 \text{m}^3$, 偏枯 31.1%, 1990 年代是最枯的时

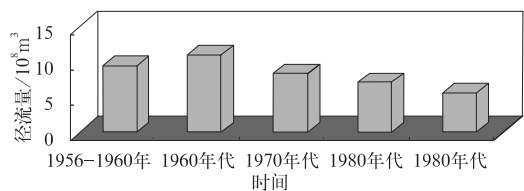


图 3 1956—2000 年晋中市河流径流量年代际变化

期,尤其是 1997—2000 年出现了连续 4 年的枯水年,平均降水量为 348.0mm,河川径流量为 $3.83 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。经计算降水量与河川径流量的相关系数为 0.822。

5.2.2 降水变化对地下水资源的影响

由图 4 可以看出:1982—2005 年埋深呈明显的增大趋势,即从井口到水面的深度越来越大,说明地下水明显减少,这与降水的减少趋势密切相关。1982—1985 年降水量与历年持平,地下水处于稳定状态;1986—1990 年降水量较历年减少 36.2mm,地下水位平均下降 2.58m,1991—1995 年降水量较历年减少 55.0mm,地下水位平均下降 3.22m,1995—2000 年降水量较历年减少 105.3mm,地下水位平均下降 4.56m。1990 年代较 1980 年代降水量减少了 19.6%,地下水位平均下降了 2.7m。

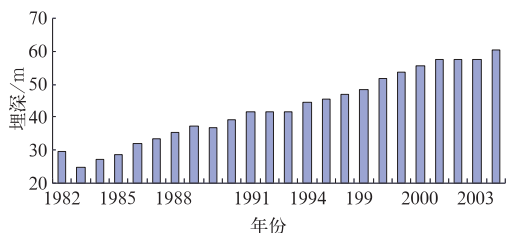


图 4 1982—2005 年晋中市埋深变化

5.2.3 降水变化对水资源总量的影响

由于降水量减少,晋中市干旱少雨使本已紧缺的水资源(地表水、地下水)呈明显减少趋势。同时由于气温的逐年升高,致使蒸发量加大,加剧了水资源总量的减少。据分析,降水量每减少 10%,水资源总量约减少 23.8%。晋中市多年平均水资源总量为 15.6

$\times 10^8 \text{ m}^3$,人均占有量为 585 m^3 ,根据近 10 年资料统计,降水量较历年减少 16.7%,水资源总量降到 $9.4 \times 10^8 \text{ m}^3$,较多年平均值减少 39.7%,人均水资源占有量为 313 m^3 ,较多年平均值减少 46%,特别是平川区人均占有水资源量仅有 259 m^3 ,按国际标准衡量,属极度缺水地区。

6 结 论

1956—2004 年晋中市气候在波动中趋于变暖和干旱。气温呈波动上升趋势,增温趋势为 $0.3^\circ\text{C}/10$ 年,气候变暖明显,但变暖主要表现在冬季,夏季变化不明显。降水量呈峰、谷波动变化,呈明显的减少趋势。平均以 $35.9 \text{ mm}/10$ 年的幅度减少。对应于气候的变化,水资源总量、地表水径流量、地下水均呈明显减少趋势。水资源总量近 10 年较多年平均值减少 39.7%;地表水径流量 1990 年代较历年平均值减少 31.1%,较 1960 年代减少 46.3%,较 1970 年代减少 32.4%;地下水 1990 年代较 1980 年代水位平均下降 2.7m。

参考文献

- [1] 时兴合,张国胜,唐红玉,等. 黄河上游地区降水对水资源的影响[J]. 气象,1999,25(9):7-10.
- [2] 任国玉,初子莹,周雅清,等. 中国气温变化研究最新进展[J]. 气候与环境研究,2005,10(4):701-716.
- [3] 南阳春,李国华. 黄冈市水资源分析与利用[J]. 气象,2004,30(7):47-51.
- [4] 马荣田. 晋中地区近 40 年气候变化趋势分析[J]. 山西气象,1997,(3):16-18.