

近50年西峰气候变化特征分析

王飞, 穆兴民, 焦峰, 张晓萍, 李锐

(西北农林科技大学, 中国科学院水利部水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100)

摘要: 根据西峰 1951~2001 年 51 a 系列的降水和气温实测资料对气候变化进行了分析。分析表明, 1976 年以前, 年降水量有增加趋势, 1976 年以后, 年降水量呈下降趋势, 年均气温和年最低气温呈线性升高趋势。利用年降水量和年均气温距平百分比累计分析表明, 西峰气候变化可以分为凉干期、凉湿期、暖湿期和暖干期等四个阶段。不同月份逐年气候变化分析结果表明, 冬季和初春降水量增加, 7、8、9 三个月的降水量呈下降趋势。各月平均气温和最低气温均呈增加趋势。从气温变化季节特征分析, 冬季暖湿化趋势明显, 在初春季节最高气温下降, 在降水较多的夏秋季节, 气候显示为暖干化趋势。

关键词: 气候变化; 西峰; 降水; 气温

中图分类号: S162 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2006)04-0200-04

气候变化是环境演变研究的核心内容之一^[1]。气候变化对植被生长、农业和畜牧业发展有很大影响^[2~4], 同时对水文水资源变化产生不可忽视的影响^[5]。韦志刚等分析认为, 西北地区 20 世纪 60 年代初和 80 年代多雨, 70 年代和 90 年代少雨, 降水存在 8.5 a 和 3~4 a 的准周期^[1]。延军平研究认为, 渭河谷地存在冬春变暖、秋春变干的干暖化, 尤其以冬春季增温明显, 春秋季节变干显著^[6]。由于气候演变问题复杂, 需要细致分析气候随时间变化特征, 西峰位于甘肃东部世界黄土层积淀最深厚的董志塬腹地, 处于半干旱气候向干旱气候的过渡带^[7], 对气候变化非常敏感, 研究近几十年来气候变化对深化气候变化的环境影响及其与当地农业布局有十分重要的意义, 为此, 根据西峰 1951~2001 年 51 a 系列的降水和气温实测资料, 对其气候变化进行了分析。

1 资料来源与研究方法

本研究利用西峰气象站 1951~2001 年降水和气温资料, 分析了近 51 年来西峰气候变化特征。降水变化研究分析了年降水量、月降水量和汛期降水量的长期变化特征。气温变化分析了月均温、最高气温和最低气温。年均气温、年均最高气温、年均最低气温特征, 年均的特征值采用当年各月气温、最高气温和最低气温的平均值。

在分析降水与气温变化时, 应用了相关分析、统

计和回归等常用数理统计方法。在分析气温和降水逐年变化特征时, 采用了距平百分比累计分析方法, 生成逐年距平百分比累计曲线, 横坐标为年份, 纵坐标按照下式产生:

$$K_i = K_{ic} - k_a$$

$$P_1 = k_1/k_a \times 100\%$$

$$P_i = P_{i-1} + k_i/k_a \times 100\%, i > 1$$

式中: k_a 为统计时段降水或气温的平均值; K_{ic} 为第 i 年的实际特征值; k_i 为第 i 年的降水或气温距平值; P_1 、 P_i 为第一年和第 i 年距平百分比累计值。

2 结果与分析

2.1 逐年气候变化

据统计, 1951~2001 年年均降水量 513.5 mm, 年均气温 8.48°C。图 1 为年降水量与气温变化图, 图中 y_1 , y_2 , y_3 , y_4 分别代表降水量, 平均气温, 最高气温和最低气温(下同)。图 1 显示, 年降水量随着年份变幅较大, 拟合表明, 年降水量随时间变化呈相关性不强的二次曲线, 在 1976 年以前, 年降水量有增加趋势, 1976 年以后, 年降水量呈下降趋势。气温变化规律较明显。年均气温和年最低气温随着时间呈线性增加趋势, 线性相关系数分别为 0.5907 和 0.6805, 显著性水平超过 0.001 (45 个样本的 R 临界值为 0.4648)。年最高气温与时间的非线性拟合达显著水平, 1975 年以后, 年最高气温逐渐升高。

收稿日期: 2005-04-04

基金项目: 中国科学院“西部之光”人才培养计划、中国科学院知识创新方向项目“黄土高原水土保持的区域环境效应研究”(KZCX3-SW-421); 欧盟项目(SUSDEV-CHINA, ICA4-2001-10182); 中国科学院水利部水土保持研究所知识创新领域前沿科研专项

作者简介: 王飞(1981-), 男, 陕西户县人, 博士, 副研究员, 主要从事水土保持、环境演变等方面研究工作。E-mail: wafe@ms.iswc.ac.cn; wafe@china.com.cn.

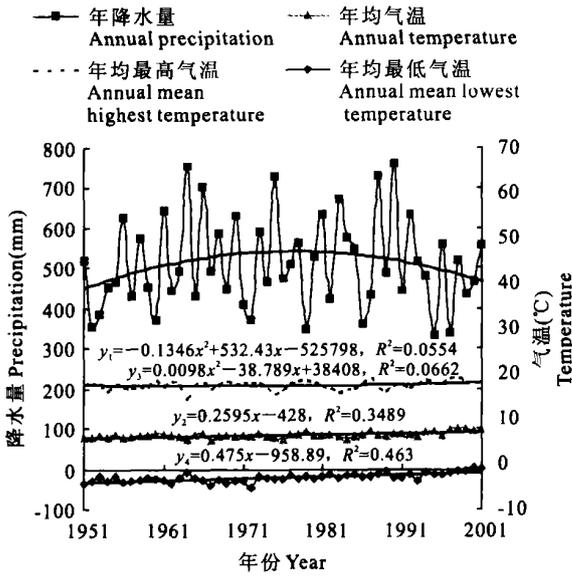


图 1 1951~2001 年年降水量与年均气温变化
Fig.1 Changes of precipitation and average temperature from 1951 to 2001

2.2 气温变化的阶段性分析

距平值为某一年份特征值与多年平均值之差,能够很好反映降水和气温的多年变化特征,距平值减小,说明降水量和气温小于平均值,反之亦然。距平百分比累计曲线下降,说明某一时段降水量和气温持续低于平均水平,反之亦然。图 2 表明,年降水量和年均气温距平百分比累计值均存在波动,但二者波动并不同步。为说明气候变化特征,对 51 a 资料分别进行了非线性拟合,年降水量距平累计百分比(y_p)符合一元三次方程,年均气温(y_t)符合一元二次方程,拟合结果均超过 0.001 显著性水平。

51 a 来,西峰市降水与气温变化可以分为 4 个阶段(表 1)。1951~1963 年为凉干期,年降水量和年平均气温距平百分比累计曲线均呈下降趋势;1964~1984 年为凉湿期,降水量持续高于平均水平,而年均气温呈下降趋势,与上一阶段相比,年均降水量高约 13%,年均增加 2.96 mm;1985~1993 年为暖湿期,降水量和年均气温均较高,与上一阶段相比,年均温年均升高 0.0485°C;1994~2001 年为暖干期,年均气温保持较高并有增加,年均气温较上一阶段增加 0.111°C,增幅高达 10.37%,而年降水量持续较小,年均减少 10.59 mm,减幅高达 15.5%。

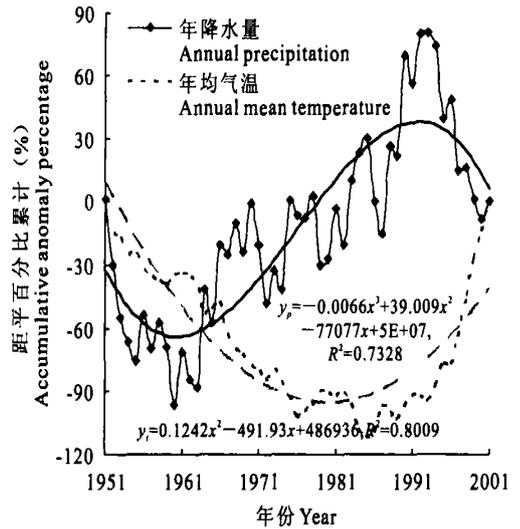


图 2 1951~2001 年降水与气温距平百分比累计
Fig.2 Accumulative anomaly percentage curves of precipitation and temperature from 1951 to 2001

表 1 西峰不同阶段年均降水量和气温特征

Table 1 The average annual precipitation and temperature of different stage

阶段 Stage	时段 Period	年均降水 Average annual precipitation		年均气温 Average annual temperature	
		Period(mm)	Annual change(mm/a)	Period(°C)	Annual change(°C)
凉干期 Cool and dry stage	1951~1963	478.62	—	8.213	—
凉湿期 Cool and wet stage	1964~1984	540.71	2.965	8.211	-0.0001
暖湿期 Warm and wet stage	1985~1993	546.50	0.724	8.599	0.0485
暖干期 Warm and dry stage	1994~2001	461.76	-10.592	9.491	0.1114

注:年均变化为较上一阶段特征值的年均变化量。

Note: Annual change means the average annual precipitation or temperature change compared with that of next stage.

2.3 不同月份逐年气候变化

表 2 为 51 a 系列各月降水量与气温特征值逐年变化相关分析结果。总体看,冬季和初春降水量呈增加趋势,1、2、3 和 12 月的降水量与年份相关系数分别为 0.6215、0.5813、0.5344 和 0.3603,显著性水平超过 0.01;同时,夏季 7、8、9 三个月的降水

量呈下降趋势,但相关性不强,对 9 月降水进行非线性拟合结果表明(显著性检验达 0.1 水平),在 1975 年前后,9 月降水呈增加趋势,而后呈下降趋势(如图 4)。

各月平均气温均呈增加趋势,其中 1、9、10 月线性相关显著性达到 0.01 水平(表 2),而 2、4、5、7、11

各月线性相关显著性达到 0.1 水平。

最高气温变化趋势分析表明,有 5 个月的最髙气温随时间减小,但线性关系不明显;但对 3 月份最高气温的非线性拟合表明(拟合结果为 0.1 显著性水平),近 30 a 来,最高气温呈增加趋势(图 3)。而

9 月和 12 月最高气温呈显著的线性相关(表 2)。

各月的最低气温均呈明显上升趋势,其中 1、2、5、6 月线性升高的显著性较高,达到 0.01 水平;而 7、8、9、12 月最低气温升高的线性相关显著性水平达到 0.1(表 2)。

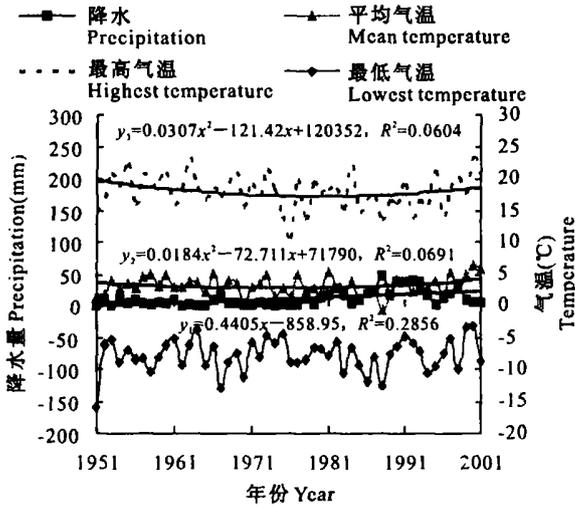


图 3 1951~2001 年 3 月份降水与气温变化

Fig. 3 Changes of precipitation and temperature in March from 1951 to 2001

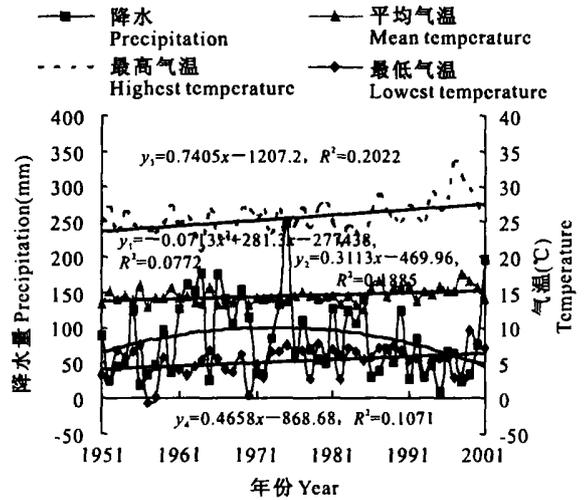


图 4 1951~2001 年 9 月份降水与气候变化

Fig. 4 Changes of precipitation and temperature in September from 1951 to 2001

表 2 各月降水量与气温特征值逐年变化相关分析

Table 2 Linear correlation coefficients of monthly precipitation and temperature with years

月份 Month	降水 Precipitation	平均气温 Average temperature	最高气温 Highest temperature	最低气温 Lowest temperature
1	0.6215***	0.4221**	0.0715	0.5567***
2	0.5813***	0.2611*	0.1253	0.3829**
3	0.534***	0.0795	-0.1191	0.1287
4	0.0409	0.3075*	-0.0443	0.2112
5	-0.1027	0.3535*	0.0723	0.4356**
6	0.1148	0.0155	-0.1408	0.3783**
7	-0.1246	0.2728*	0.1681	0.2552*
8	-0.0225	0.2080	-0.0981	0.2459*
9	-0.1074	0.4341**	0.4496**	0.3272*
10	0.0845	0.2225	-0.0322	0.0764
11	0.1484	0.2579*	0.1445	0.2083
12	0.3603***	0.3972**	0.2565*	0.2491*
全年 Whole	0.0401	0.5907***	0.1774	0.6805***

注:***、**、* 分别代表线性拟合显著性水平达到 0.001、0.01 和 0.1。Note:***, **, * means the significant level at 0.001, 0.01 and 0.1 respectively.

2.4 不同季节多年气候变化

从气温变化季节特征分析,冬季(12 月、次年 1、2 月)呈明显的暖湿化趋势,降水量增加,平均气温和最低气温均明显升高(表 2)。在初春季节(3、4

月),最高气温呈下降趋势;在降水较多的夏秋季节(5~9 月),气候显示为暖干化趋势,降水量减少,5~9 月降水量与年份线性相关系数为-0.1260,而平均气温和最低气温均显著升高。

3 讨论

1) 根据西峰 1951~2001 年 51 a 系列的降水实测资料分析表明,1976 年以前,年降水量有增加趋势,1976 年以后,年降水量呈下降趋势,年均气温和年最低气温随着时间呈线性增加趋势。该结论与韦志刚等研究结果不尽相同^[1],表现为 50 年代与 60 年代初少雨,60 年代中期到 90 年代初期降水较多,而后降水显著减少。1994~2001 的暖干期降水较 1985~1993 的暖湿期年均降水量减少达 10.6 mm,旱化特征非常显著。

2) 与渭河谷地相同,西峰存在冬春变暖和夏秋变干的干暖特征^[6],尽管研究期间存在暖化趋势,但干化特征表现存在阶段性,根据降水和气温变化距平百分比累计曲线分析,西峰气候变化可以分为凉干期、凉湿期、暖湿期和暖干期等 4 个阶段,并没有简单表现为暖干化趋势。

3) 不同月份逐年气候变化分析结果表明,冬季和初春降水量增加,夏季 7、8、9 三个月的降水量呈下降趋势。各月平均气温和最低气温均呈增加趋

势。从气温变化季节特征分析,冬季呈明显的暖湿化趋势,在初春季节最高气温下降,在降水较多的夏秋季节,气候显示为暖干化趋势。

参考文献:

- [1] 王绍武,董光荣.中国西部环境演变评估第一卷:中国西部环境特征及其演变[M].北京:科学出版社,2002.53-60.
[2] 张岩,张青春.降水变化陕北黄土高原植被覆盖度和高度的影响[J].地球科学进展,2002,17(2):268-272.

- [3] 李青丰,李福生,乌兰.气候变化与内蒙古草地退化初探[J].干旱地区农业研究,2002,20(4):98-102.
[4] 王晓冬.陕甘宁地区气候暖干化农业影响分析[J].干旱地区农业研究,2002,20(3):128-130.
[5] 张学成,匡键,井涌.20世纪90年代渭河入黄水量锐减成因初步分析[J].水文,2003,23(3):43-45.
[6] 延军平.渭河谷地的气候暖干化与未来趋势[J].环境科学,1999,20(2):85-87.
[7] 钱林清.黄土高原气候[M].北京:气象出版社,1991.227-235.

Climate change analysis in the last 50 years in Xifeng City

WANG Fei, MU Xing-min, JIAO Feng, ZHANG Xiao-ping, LI Rui

(Institute of Soil and Water Conservation, CAS & MWR, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: The climate change in Xifeng City, Gansu Province is analyzed, based on the precipitation and temperature data from 1951 to 2001. It is shown that before 1976, the annual precipitation tended to be increased, and after 1976, it tended to be decreased; and the average annual temperature and average lowest temperature was increased significantly. The analysis on the accumulative anomaly of annual precipitation and temperature shows that there are four remarkable climate change stages, including cool and dry stage, cool and wet stage, warm and wet stage and warm and dry stage. The monthly precipitation and temperature change differently. The precipitation increases in winter and early spring while it decreases in July, August and September. The average monthly temperature and average lowest monthly temperature increase significantly. The warm and wet trend is clear in winter, while in the wet period of summer and early autumn, the climate shows a warm and dry trend.

Keywords: climate change; precipitation; temperature; Xifeng City

(上接第93页)

The sensitivity of main crops to water stress in Loess Plateau region in Gansu

YANG Xiao-li^{1,2}, LIU Geng-shan³, YANG Xing-guo¹

(1. Lanzhou Institute of Arid Meteorology, CMA; Gansu Key Laboratory of Arid Climatic Change and Reducing Disaster, Lanzhou, Gansu 730020, China; 2. Pingliang Meteorological Bureau, Pingliang, Gansu 744000, China; 3. Chinese Academy of Meteorological Sciences, Beijing 100081, China)

Abstract: The sensitivity coefficients of main crops to water stress in different development periods in three representative stations on Loess Plateau in Gansu was calculated based on the data of climate, crop yield, soil moisture and crop growth. The results show that the sensitivity of different kind of crops at different development periods varies. Winter wheat is more sensitive in booting to anthesis than in any other development periods, corn is more sensitive in jointing to heading; while spring wheat is only sensitive in jointing to anthesis.

Keywords: crop; development period; water stress; sensitivity