

岷江源头松潘县气候变化趋势与突变性分析

马 山, 曹嫣然, 张 智, 甄 英
(内江师范学院地理与资源科学学院, 四川 内江 641199)

摘要:岷江源头位于松潘县,分析松潘县的气候变化特征,对岷江流域水资源的开发利用有借鉴作用,但目前关于松潘县的气候变化特征还没有详细的整体性研究。为了解松潘县气候的变化规律和突变性,采用5年滑动平均,趋势分析和 Mann-Kendall 检验法对松潘县 1956–2011 年逐月、逐年的平均气温和平均降水进行研究,得出以下结论:(1)松潘县近 55 年来各季节的平均气温呈变暖趋势,显著变暖发生在 20 世纪 90 年代以后,其中年平均气温在 80 年代发生了突变。(2)各季节平均降水量呈现不同趋势,年平均降水量总体变化不大,年平均降水量在 1973 年和 1978 年发生了突变。

关 键 词:地理科学;气候变化;松潘县; Mann-Kendall 法

中图分类号:P426.61⁺4

文献标志码:A

doi:10.16836/j.cnki.jcuit.2017.05.014

0 引言

气候变化是指气候平均状态和离差(距平)两者中的一个或两个一起出现了统计意义上显著的变化,离差值增大,表明气候变化的幅度越大,气候状态不稳定性增加,气候变化敏感性也增大^[1]。20 世纪以来,由于全球气候变暖和人类活动的负面影响,可能会引起局部气候异常波动,而出现极端的灾害性天气,从而引发严重的洪涝、干旱等自然灾害^[2]。气候是万物赖以生存的关键因素之一,全球气候的任何变化都将影响到自然生态系统和社会经济系统的方方面面,因此研究气候变化的趋势对人类生产生活有重大意义。

中国诸多学者对气候变化做了研究,其中包括:陈隆勋等^[3],分析近 80 年的中国各地区气温变化情况,研究得出自 20 世纪 50 年代以来存在一个以四川盆地为中心的变冷带,90 年代有变暖趋势。王绍武^[4],总结了对近百年中国气候变化的研究,表明中国近百年来降水量无明显下降趋势。康淑媛等^[5];用 Mann-Kendall 法对张掖市近 50 年来的气候进行了分析,得出张掖市降水量总体上呈增加趋势。李旭桥等^[6],对松潘县生态环境进行综合评价。但目前关于松潘县的气候变化特征还没有详细的整体性研究。

松潘县隶属于位于四川省,位于阿坝藏族羌族自治州东北部,岷山山脉中段,属于青藏高原东缘^[7],地理坐标介于北纬 32°06′~33°09′,东经 102°38′~104°15′,是岷江的发源地。为此,以气候为研究对象,分析岷江源头气候变化特征,为岷江水资源的开发、利用和保护

提供一定的借鉴作用。

1 资料与方法

1.1 资料来源

数据均来源于中国国家科学数据服务网。将 12 月至次年 2 月划为冬季,3–5 月为春季,6–8 月为夏季,9–11 月为秋季,以这样的季节划分方法对各季节的气温、降水数据进行季节分析。

1.2 研究方法

首先需要进行计算的是气温及降水量的平均值和距平值,分季节和逐年的,利用逐月气温和降水量进行计算;其次对松潘县近 55 年来气候变化的趋势进行分析,运用一元回归和 5 年趋势滑动对其进行计算^[8]。然后进行气温和降水的突变分析,运用的方法是 Mann-Kendall 法,运用计算出的数据,先绘制 UF、UB 曲线,再给定置信度水平,若 UF、UB 曲线超过临界线,且在临界线之间有交点,则将交点所对应的年份作为突变点^[8]。计算如式(1)^[9],对于时间序列 X (含有 n 个样本),构造一个秩序列:

$$s_k = \sum_{i=1}^k r_i \quad r_i = \begin{cases} 1 & x_i > x_j \\ 0 & \text{else} \end{cases} \quad j=1,2,\dots,i \quad (1)$$

秩序列 S_k 是第 i 个时刻数值大于 j 个时刻时,数值个数的累加。在时间序列为随机的假设下,定义统计量^[9]:

$$UF_k = \frac{s_k - E(s_k)}{\sqrt{\text{Var}(s_k)}} \quad k=1,2,\dots,n \quad (2)$$

式中 $UF1=0, E(S_k), Var(S_k)$ 是累计数 S_k 的均值和方差,在 x_1, x_2, \dots, x_n 相互独立,且有相同连续分布时,可由式(3)算出^[9]:

$$E(s_k)=\frac{n(n+1)}{4} \quad Var(s_k)=\frac{n(n-1)(2n+5)}{72} \quad (3)$$

2 气温变化分析

2.1 气温年、季节趋势变化分析

由图 1 可知松潘县近 55 年来的年平均气温总体呈上升趋势。多年平均气温为 6.10℃,其中气温最高为 7.3℃,最低为 5.1℃。进一步研究发现,20 世纪 60 年代初期至 90 年代的平均气温没有超过多年平均

气温值,呈现一个较平稳的状态;从 90 年代开始,年平均气温处于上升阶段,特别是 90 年代中期以来,平均气温呈现出大幅度上升的趋势,表明松潘县平均气温显著变暖主要发生在 90 年代中期以后。

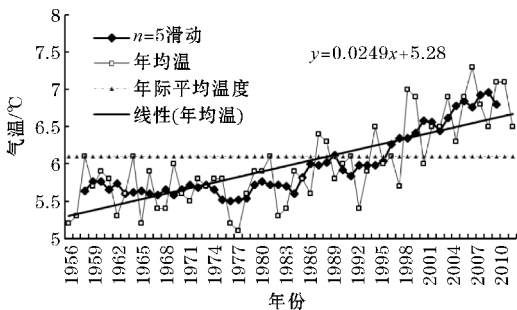


图 1 松潘县 1956–2011 年年际平均气温变化趋势图

表 1 松潘县 1956–2011 年季节平均气温距平值

	1956–1960 年	1961–1970 年	1971–1980 年	1981–1990 年	1991–2000 年	2001–2011 年
春季	-0.13	0.26	-0.28	-0.49	0.01	0.38
夏季	-0.54	-0.56	-0.58	-0.43	-0.05	0.45
秋季	-0.37	-0.38	-6.64	-0.11	0.11	0.68
冬季	-0.22	-0.72	-0.37	0.04	0.22	0.12

进一步分析气温的季节年际变化(表 1):从 20 世纪 90 年代以来春、夏、秋、冬四季的距平整体上趋于正值,春、夏、秋、冬四季的平均气温都在 21 世纪初增幅增大,其中秋季的增幅最为突出。春季的平均气温从 80 年代开始逐渐增加,夏、秋两季的平均气温均是从 70 年代开始逐渐升高,冬季则是在 60 年代开始逐渐上升。对数据的距平进行分析,冬季的气温自 80 年代初便开始出现正距平,春、秋季气温在 90 年代开始为正距平,而夏季气温在 20 世纪初才开始变成正距平,表明了松潘县冬季早在 80 年代就已经开始变暖,春、秋两季均在 90 年代中期以后明显变暖,夏季气温在 20 世纪以后才开始变暖。

2.2 气温突变分析

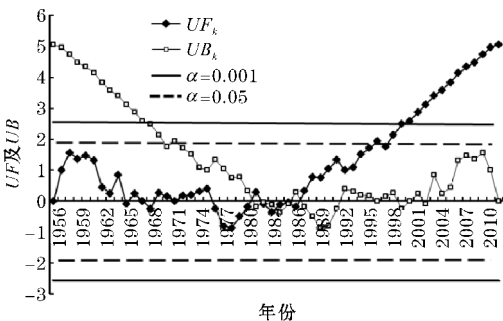


图 2 松潘县 1956–2011 年平均气温 M-K 趋势图

气候突变是指在较短的时期内由一种相对较为稳定的气候状态过渡到另一种气候状态的变化,它是气

候系统非线性性质的一种表现^[5]。

由图 2 可见,松潘县在 1959–1979 年的 UF 值是呈现总体下降趋势,有一些年份小于 0,表明这个时期的气温是比较平稳的,变化幅度不大。UF 值在 20 世纪 80 年代中期以后均大于 0,呈显著的上升态势。90 年代中期以后变暖趋势均大大超出了显著性水平 0.05 临界值。甚至超过 0.001 显著水平,表明松潘县的年平均气温上升趋势在 90 年代中期以后十分明显。依据 UF 和 UB 曲线在 20 世纪 80 年代出现了交点,分析出松潘县年平均气温 20 世纪的增暖是一突变现象,具体是从 1980 年开始发生突变的。

3 降水变化分析

3.1 降水年、季节趋势变化分析

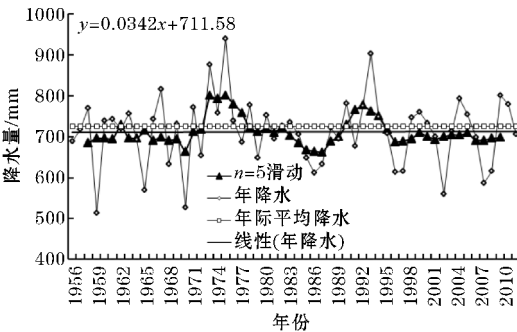


图 3 松潘县 1956–2011 年年际平均降水量变化趋势图

通过对图 3 的分析可知在 1956–2011 年松潘县年平均降水量各年际间均有较大变化,但就整体来看,年平均降水量变化趋势较为和缓,多年平均降水量为 713.0 mm,最大为 940.0 mm,最小为 513.3 mm。通过进一步的分析结果表明,20 世纪 60 年代初到 80 年代

初降水量的变化幅度比较大,分别是 1959 年、1965 和 1970 年出现了 3 个低谷期,其中在 1975 年出现了降水量的最大值。80 年代松潘县的降水量的波动幅度较小。在 90 年代初到 21 世纪初这段时间里松潘县的降水量变化幅度逐渐增大。

表 2 松潘县 1956–2011 年季节平均降水距平值

	1956–1960 年	1961–1970 年	1971–1980 年	1981–1990 年	1991–2000 年	2000–2011 年
春季	-0.12	-7.41	3.47	-7.85	1.80	2.87
夏季	-3.88	-2.69	9.21	-0.024	-3.25	-10.50
秋季	-10.44	-0.78	5.75	-4.50	0.15	-1.64
冬季	0.23	-0.92	-0.13	-1.15	11.01	0.22

进一步分析松潘县季节降水变化趋势。松潘县春季的降水量在 1956 年至 2011 年变化幅度较小,其中在 20 世纪 70 年代,降水量最大,而 80 年代降水量最少。50、60 和 80 年代的距平值为负,表明在这 3 个阶段,降水量在不断下降,但 80 年代的距平是最小值,进而佐证了 80 年代降水量是最少的。90 年代至 21 世纪初都呈现正距平,而且距平有所增加,表明从 90 年代以来,松潘县的降水量呈现出持续增加的趋势。

具体来看,近 55 年来松潘县的降水量,夏季的变化趋势整体上比较平缓,在 20 世纪 50 年代至 70 年代末变化趋势与春季相一致,但 80 年代至 21 世纪初变化趋势与春季相反,降水量持续减少。近 55 年来,年际间降水量变化波动幅度最大的是秋季,降水量的增减态势呈现出年代交替性变化。冬季的降水量整体上说相对较少,相对于秋季降水量的波动幅度,冬季波动较缓。冬季平均降水量的变化趋势与春季相似,60–80 年代为负距平,90 年代、21 世纪初呈正距平,90 年代后,降水量出现不断增加的趋势。

3.2 降水突变分析

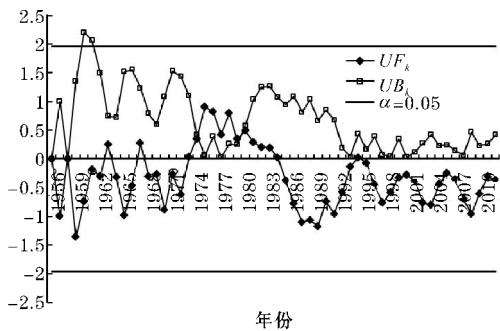


图 4 松潘县 1956–2011 年年平均降水量 M-K 趋势图

根据对图 4 的分析表明,1959–1975 年松潘县的 UF 值总体上呈波动上升的态势,一些年份甚至会大于 0,表明降水量在这个时段处于不平稳状态,20 世纪 80 年代中期后的 UF 值均小于 0,呈现出上下波动且较稳定的态势。整体来看,20 世纪 60 年代以后,所有年际

平均降水量变化趋势基本都处于显著性水平线 0.05 临界线之间,表明在 1961 年至 2011 年,松潘县的年均降水量在的变化趋势较为平稳,波动较小。从年平均降水量 M-K 趋势图中可以看出,在 70 年代 UF 和 UB 曲线出现了几个交点,表明了松潘年平均降水量 70 年代有所增加,降水量发生突变现象,出现交点的年份是在 1973 年和 1978 年,说明在降水量在这两年发生了突变。

4 结论

(1)20 世纪 50 年代以来,松潘县在年均气温和各季节平均气温方面均呈现出明显的变暖趋势,但各季节平均气温增暖趋势不同,就季节而言,气温增幅最为显著的是冬季,最弱的是夏季,四季的气温均在 90 年代以后显著增暖。

(2)1956 年以来,松潘县的年平均降水量波动变化十分明显。就各个季节来说,相对其他季节,松潘县春季的平均降水量增加更为明显,夏季的降水量却呈下降趋势,秋季和冬季的平均降水量的年际变化微弱。

(3)在 20 世纪 80 年代,松潘县的年平均气温出现了突变现象,且非常明显;降水突变发生在 70 年代,且不明显。说明了降水和气温的突变程度和时间不一致。

参考文献:

[1] 丁一汇,张锦,徐影,等. 气候系统的演变及其预测[M]. 北京:气象出版社,2003.

[2] 王文. 朝阳市近 60 年降水变化特征分析[J]. 吉林水利,2012(4):25–31.

[3] 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,(5):634–646.

[4] 王绍武. 近百年中国气候变化的研究[J]. 中国

- 科学基金,1998,(3):15-18.
- [5] 康淑媛,张勃,柳景峰,等.基于 Mann-Kendall 法的张掖市降水量时空分布规律分析[J].资源科学,2009,(3):501-508.
- [6] 李旭娇.岷江上游松潘县生态环境检测与评价[D].成都:成都理工大学,2012,4.
- [7] 李金建,李媛媛,秦宁生,等.利用树木年轮重建川西松潘高原5月降水变化特征[J].高原气象,2013,32(4):1195-1202.
- [8] 王宁,任进军.基于 Mann-Kendall 法的酒泉市近50年气候变化特征及突变分析[J].甘肃高师学报,2013,18(5):47-50.
- [9] 魏凤英.现代气候统计诊断与预测技术[M].北京:气象出版社.1999,69-72.
- [10] 金丽娜,王建鹏,张宏.近40年以来西安市区与郊区气温变化特征对比[J].干旱气象,2013,31(4):720-725.
- [11] 张顺谦,马振峰.1961-2009年四川极端强降水变化趋势与周期性分析[J].自然资源学报,2011,11:1918-1929.
- [12] 朱丹,肖天贵,谌芸.四川地区1960年-2004年降水集中程度研究[J].资源科学,2010,10:1910-1917.
- [13] 屠其璞,邓自旺,周晓兰.中国气温异常的区域特征研究[J].气象学报,2000,03:288-296.
- [14] 于淑秋,林学椿,徐祥德.中国气温的年代际振荡及其未来趋势[J].气象科技,2003,03:136-139,146.
- [15] 王绍武,叶瑾琳.近百年全球气候变暖的分析[J].大气科学,1995,19(5):545-553.
- [16] 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):137-245.
- [17] 李艳春,李艳芳.宁夏近百年来的气候变化及突变分析[J].高原气象,2001,20(1):100-104.
- [18] 贾文雄,何元庆,李宗省,等.近50年来河西走廊平原气候区气候变化的区域特征及突变分析[J].地理科学,2008,29(4):525-531.
- [19] 符淙斌,王强.气候突变的定义和检测方法[J].大气科学,1992,16(4):482-493.
- [20] 刘晓云,岳平,徐殿详.酒泉市最近54年气温和降水特征分析[J].干旱区研究,2006,23(3):693-697.
- [21] 周浩,杨宝钢,程炳岩.重庆近46年气候变化特征分析[J].中国农业气象,2005,29(1):23-27.
- [22] 王鹏祥,杨金虎,张强,等.近半个世纪来中国西北地面气候变化基本特征[J].地球科学进展,2007,22(6):649-656.
- [23] 徐虹,郭巨学.西安市65年气温的变化分析[J].陕西气象,1998,(1):19-22.
- [24] 夏传栋,周立宏.沈阳近50年气温变化分析[J].辽宁气象,2002,(3):15-16.
- [25] 陈莉,李帅,王阳.黑龙江省气温变化的研究[J].黑龙江气象,2001,(3):29-31.
- [26] 张建云,王国庆,李岩,等.全球变暖及我国气候变化的事实[J].中国水利,2008,(2):28-30,34.

Climatic Change Tendency and Mutation Analysis of SongPan County, The Source of Minjiang River

MA Shan, CAO Yan-ran, ZHANG Zhi, ZHEN Ying

(Neijiang Normal University, Geography and Resource Sciences, Neijiang 641199, China)

Abstract: The source of the Minjiang river is located in Songpan county, and to analyze the characteristics of climate change of Songpan county will be helpful for development and utilization of water resources in Minjiang river basin. But there was no detailed and overall study about the climate change characteristics of Songpan county, and in order to understand the climate change rule and abrupt change of it, Variation of 5 a Rounning Mean, A multi-year trend line and Mann-Kendall rank analysis methods were used to analyze monthly, yearly average temperature and precipitation data of Songpan in 1956-2011. It comes to the conclusions as following: (1) The annual temperature in each season showed a warming trend in Songpan county in recent 55 years, and after 90's, average temperature in each season shows a significant warming trend. The annual average temperature was mutated in the 80's. (2) The trend change of average precipitation in each season is different. The annual average temperature change slightly, and was muted in 1973 and 1978.

Keywords: geographical science major; climate change; Songpan county; Mann-Kendall method