

## 三工河流域40年来气温、降水变化特征分析

刘新春<sup>1</sup>, 杨金龙<sup>2</sup>, 杨青<sup>1</sup>

(1. 中国气象局乌鲁木齐沙漠气象研究所, 乌鲁木齐 830002;

2. 新疆大学资源与环境科学学院, 乌鲁木齐 830046)

**摘要:** 分析了三工河流域40 a来气温、降水变化的基本特征, 所得的主要结果如下: (1) 阜康、天池的气温和降水的变化有线性增加的趋势, 气候由暖干向暖湿转变。(2) 阜康、天池各季平均气温的变幅以冬季最大, 夏季最小; 各季的降水以夏季最大, 冬季最小, 总体趋势是温度升高、降水增多。(3) 自60年代来气温基本上呈上升趋势, 每年代增幅都在0.3以上; 降水没有气温变化明显, 但降水量在增加。(4) 阜康的气温和降水分别具有5.0年左右和3.3年左右的周期; 天池的气温具有2.7年左右的主周期和8年左右的次周期, 降水则存在2.9年左右的主周期和4.4年左右的次周期。

**关键词:** 气温; 降水; 气候变化; 三工河流域

中图分类号: P467

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2005)06-0054-04

## Analysis on the Variations Characteristics of Air Temperature, Precipitation in the Sangong River Basin in the Past 40 Years

LIU Xin-chun<sup>1</sup>, YANG Jin-long<sup>2</sup>, YANG Qing<sup>1</sup>

(1. Institute of Desert Meteorology, China Meteorological Administration, Urumqi 830002, China;

2. Resource & Environment Science College, Xinjiang University, Urumqi 830046, China)

**Abstract:** The basic features of annual air temperature, precipitation in the Sangong River basin in the past 40 years are analyzed, the main results are as follows. 1. There are linear increase trends in the changes of the temperature and precipitation in Fukang and Tianchi, the climate is changing from warm-dry to warm-wet. 2. The average temperature change range of Fukang and Tianchi is maximum in winter and minimum in summer every season; the precipitation is maximum in summer and minimum in winter. And the trend is increasing in temperature and precipitation. 3. The temperature rising from the sixties, every decade increasing is more than 0.3; precipitation change is not so obvious as the temperature, but the precipitation is increasing. 4. The periods of temperature and precipitation of Fukang respectively have about 5.0 and 3.3 years; the temperature of Tianchi have about 2.7 years main period and 8 years hypo-period, and the precipitation have about 2.9 years main period and 4.4 years hypo-period.

**Key words:** temperature; precipitation; climate change; Sangong River basin

近几十年来, 温度升高, 气候变暖, 水循环加快, 导致降水、河川地表径流和洪水的增加, 引起了国内外专家学者和全社会的普遍关注。施雅风等人<sup>[1]</sup>提出了1987年以来西北地区的气候从暖干向暖湿转型, 降水、冰川消融量和径流量连续多年增加, 导致了湖泊水位显著上升, 洪水灾害猛烈增加, 出现了气候转向暖湿的强劲信号。苏宏超等人<sup>[2]</sup>研究得出: 新疆近50 a来的气温呈上升趋势, 平均增长率为 $0.27 \cdot 10^{-1}$ 。1987年以后的平均气温较1986年以前有明显升高, 尤其是北疆西部、北部和东疆地区增幅较大, 达 $0.6 \sim 1.6$ 。何清<sup>[3]</sup>, 杨青<sup>[4]</sup>等人也对新疆近40 a来气温、降水等气候特征进行了深入的研究, 研究结果表明: 40 a来新疆气温呈明显上升趋势, 降水变化的总趋势是增湿明显。三工河流域是天山北坡最典型的山地-绿洲-荒漠-沙漠区域之

一, 对该流域40 a来气温和降水两个气候要素变化特征的分析, 具有代表性和验证区域气候变化的一致性。

### 1 研究地区与资料及分析方法

#### 1.1 研究区域概况

本文研究的区域为新疆天山北坡的三工河流域(图1), 发育有典型的冲积积扇-冲积平原型人工绿洲。流域地处中纬度欧亚大陆腹地, 属内陆干旱区, 夏季炎热干旱, 冬季寒冷多风, 年平均降雨量220 mm, 年平均蒸发量1817 mm, 年平均气温6.9。流域所属的三工河、四工河、水磨河3条水系的年平均径流量为 $9730 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。该流域南高北低, 由东南向西北倾斜, 形成鲜明的山区、平原、沙漠三个地貌单元, 而且受山区和沙漠气候影响都比较大<sup>[5]</sup>。

\* 收稿日期: 2004-12-01

基金项目: 中国气象局“沙漠气象及其生态环境的动态评估系统”项目; 新疆气象局青年气象科研基金“塔里木河上游景观格局变化及气候影响因子研究”(200521) 共同资助

作者简介: 刘新春(1977-), 男, 湖南邵阳人, 工学硕士, 主要从事干旱区生态学, 环境科学及相关学科研究工作, 已发表论文9篇。

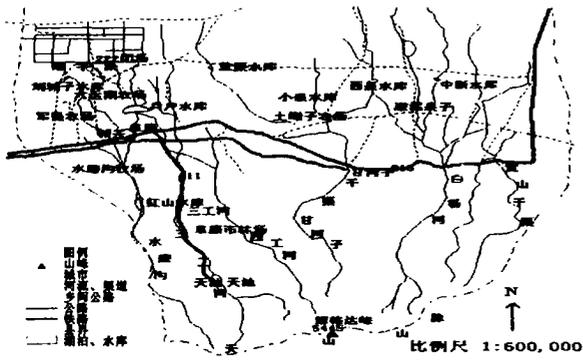


图1 三工河流域位置示意图

### 1.2 资料及分析方法

三工河流域现有阜康和天池两个气象观测站,这两个站分别处在平原区和山区,因而它们的气温和降水的变化情况明显存在差异。本文根据需要选取了1961~2000年40a来两个台站的逐月月平均气温资料和降水量资料,并在此基础上对气温和降水资料进行统计和分析。所采用的分析方法主要有3a滑动平均和距平、气候趋势系数及最大熵谱分析等。

### 2 气温、降水年变化趋势

气候变化趋势一般通过趋势系数的计算得到,气候趋势系数是指:  $n$  个时刻(年)的要素序列与自然数列  $1, 2, 3, \dots, n$

的相关系数,用公式:  $r_{x,t} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(i - \bar{t})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (i - \bar{t})^2}}$  计算<sup>[6]</sup>。

式中:  $n$ ——年数,  $x_i$ ——是第  $i$  年要素值,  $\bar{x}$ ——其样本均值,  $\bar{t} = (n+1)/2$ ,  $r_{x,t}$  值为正(负)时表示该要素在所计算的  $n$  年内有线性增(减)的趋势。利用已经构造出的不同自由度,不同显著水平的相关系数表,对相关系数进行显著性检验,以判断变化趋势是否显著。

利用上述公式对1961~2000年两个气象站年平均气温及年总降水序列计算了气候趋势系数并进行显著性检验。图2是三工河流域气温、降水趋势图,从图中很容易看出三工河流域的两个台站的气温和降水的变化趋势较为一致,表现出递增趋势。为了进一步验证其在40a内变化是否有线性增加的趋势,分别计算出阜康站气温、降水气候趋势系数为:0.373, 0.504; 天池站为:0.152, 0.489。查表求出在自由度  $n-2=39$ , 信度为0.05的条件下,  $r_{0.05} = 0.308$ 。在这四个气候趋势系数中,除了天池的气温气候趋势系数为0.152没有通过置信检验,增加趋势不明显,有待进一步的资料证实;其它三个气候趋势系数都通过了置信检验,变化具有线性增加的趋势。

从图中还可以看出:两台站气温和降水变化规律非常接近,最高点和最低点基本吻合;平原区(阜康站)气温变化趋势比山区(天池站)变化趋势要明显;降水变化趋势表现出的结果则恰巧相反。平原区气温比山区远远要高,最冷年是1984年,最暖年是1997年,温度分别为8.44和11.17;山区最冷年和最暖年同样出现在1984年和1997年,温度分别为0.44和3.53。对于降水山区降水量远远高出平原区,平原最湿年是1996年,最干年是1974年,降水量分别为733.8mm和191.8mm;山区最湿年是1984年,最干年是1968年,降水量分别为733.9mm和294mm。三工河流域气温、降水的变化趋势跟全疆的气候变化趋势是完全一致的,即气候在由暖干向暖湿转变。

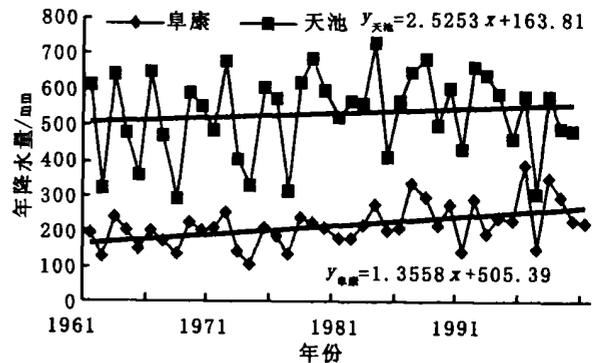
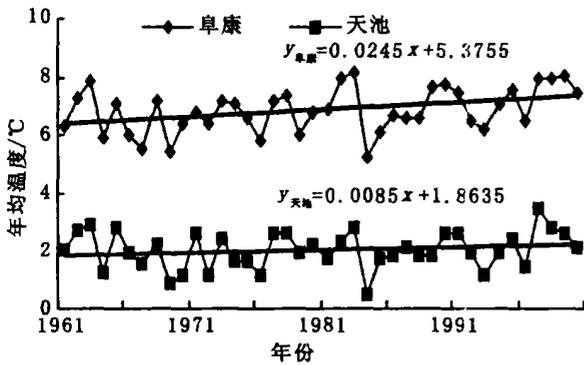


图2 三工河流域气温、降水趋势

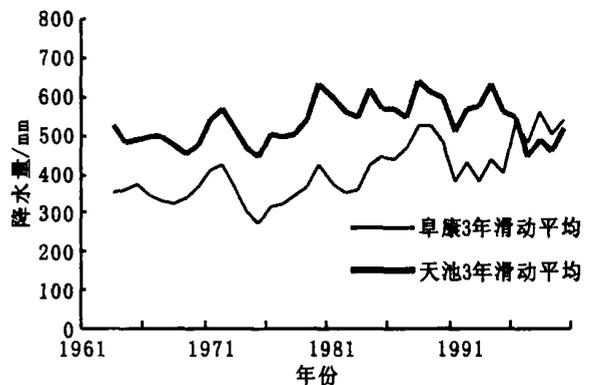
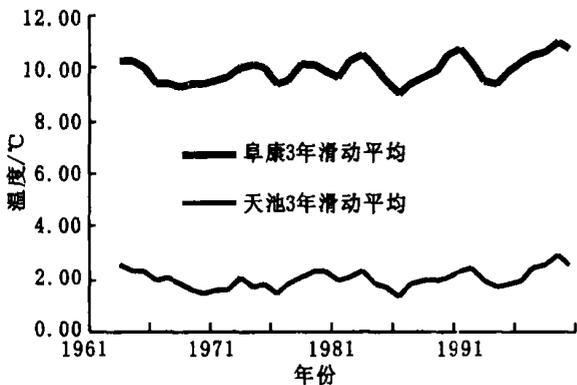


图3 三工河流域气温、降水序列滑动平均

滑动平均是趋势拟合技术最基本的方法,用以确定时间序列的平均滑动值来显示变化趋势。对三工河流域两台站年平均气温、降水均值序列3年滑动平均分析如图3,从图中可以看出:气温和降水都表现出在波动中逐渐上升的趋势。对于气温变化趋势,整个变化趋势来看在80年代以前气温变化趋势比较稳定,没有大的波动,80年代以后气温变化波动大,而且变暖的趋势也很明显;阜康的变化趋势比天池明显,阜康的气温波动幅度大而且变暖趋势要明显。同样对于降水变化趋势,从整个趋势来看,虽然降水高低起伏明显,呈现出变湿的态势,但90年代前期降水有所回落;天池的降水量变化趋势比阜康要明显,起伏也大。上述也从另一个方面说明了三工河流域的气温和降水的变化趋势跟全疆的变化趋势是完全一致的。

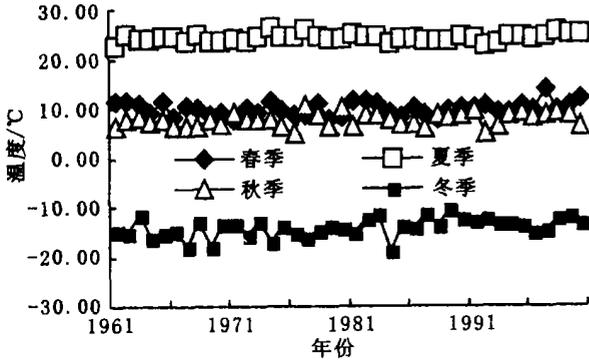


图4 阜康气温、降水季节变化

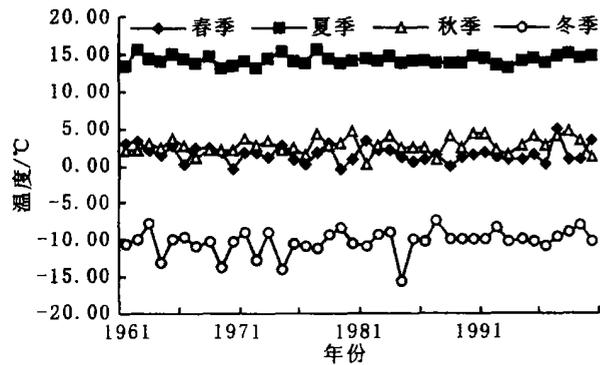


图5 天池气温、降水季节变化

### 3 气温、降水季节变化特点

图4和图5分别是阜康、天池气温和降水的季节变化情况。从图中可以看出,对于气温不论是阜康还是天池夏季的气温变化都是比较缓和的,没有大的波动;相反冬季的气温变化非常明显,幅度大,尤其是天池的气温变化更为明显。这说明了在三工河流域气温的季节变化主要体现在冬季,春秋两季变化不大,而夏季的气温几乎没有什么变化。阜康、天池的季节降水变化最明显的是夏季,而秋季和冬季的变化不大。春季降水阜康比天池变幅大而且变化明显,这因为阜康处于平原而天池是位于山区,降水更受气温等因素影响。整个变化趋势说明山区的降水远远高于平原区,而且季节降水变化规律各有特点。

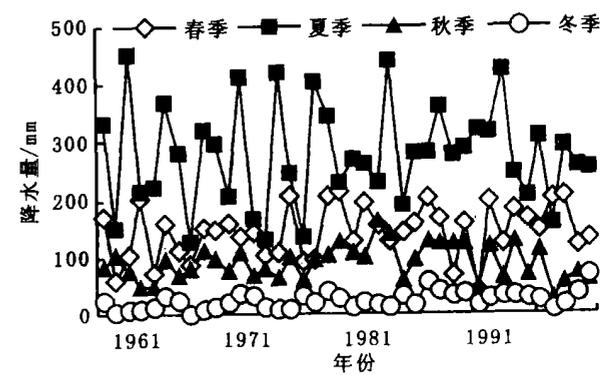
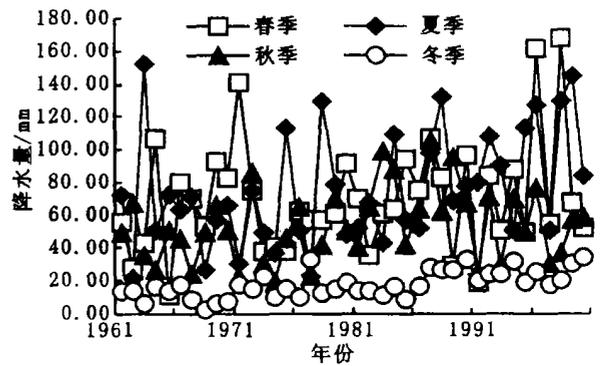


图5 天池气温、降水季节变化

### 4 气温、降水年代际变化

表1是三工河流域年代际平均气温和降水。阜康气温最低在60年代,比最高的90年代相差0.65;天池气温较低出现在60年代和80年代,其中80年代比最高的90年代相差0.33。自60年代来气温基本上呈上升趋势,尤其是进入90年代气温增幅更大,都在0.3以上。总的来说,60年代是个冷期,90年代是个暖期。

三工河流域的年代际降水没有气温变化明显,但降水量基本上是在增加。90年代与60年代相比:阜康增加了112.44 mm,天池的降水量也增加了27.2 mm。但天池的降

水量最多年代不是90年代而是80年代,这说明天池的降水量在整个趋势上升的同时,降水量有所回落;阜康的降水量却在持续上升,气候变湿比较明显。

### 5 气温、降水周期分析

在气候要素时间序列的演变规律中,周期性有很强的表现,图6是天池气温、降水周期,本文中运用的是具有分辨率最高的最大熵谱分析方法。分析表明天池的气温存在2.7年左右的主周期和8年左右的次周期;降水则存在2.9年左右的主周期和4.4年左右的次周期。对阜康气温最大熵谱分析得出存在5.0年左右的周期,降水存在3.3年左右的周期。

表1 三工河流域年代际平均气温和降水

年代	阜康						天池					
	气温/	距平	增幅	降水/mm	距平	增幅	气温/	距平	增幅	降水/mm	距平	增幅
60	9.66	-0.31	-	352.76	-51.59	-	1.95	-0.09	-	497.47	-35.71	-
70	9.92	-0.05	0.26	354.25	-50.1	1.49	1.99	-0.05	0.04	529.07	-4.115	31.6
80	9.98	0.02	0.07	445.19	40.84	90.94	1.94	-0.10	-0.05	581.53	48.345	52.46
90	10.31	0.34	0.33	465.2	60.85	20.01	2.27	0.23	0.33	524.67	-8.515	-56.86

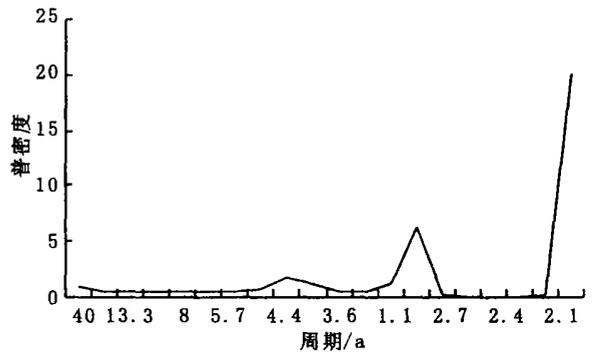
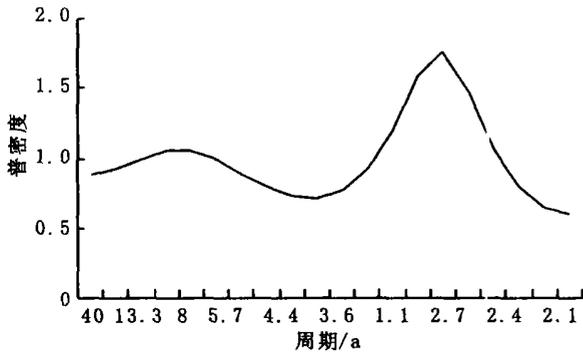


图6 天池气温、降水周期

### 6 小结

40 a 来三工河流域气候变化是显著的,表现在温度升高、降水增加。

(1) 阜康、天池的气温和降水的变化有线性增加的趋势,除了天池气温气候趋势系数外,其它三个气候趋势系数都通过置信检验,增加趋势明显,气候在由暖干向暖湿转变。

(2) 阜康、天池各季平均气温的变幅以冬季最大,夏季最小,但各季总体上均呈上升趋势;各季的降水的变幅最大是夏季,冬季最小,并且阜康的春季变幅明显大于天池,总体趋势是降水增多。

势是降水增多。

(3) 阜康、天池气温的年代变化,自60年代来气温基本上呈上升趋势,尤其是进入90年代气温增幅更大,都在0.3以上;降水没有气温变化明显,但降水量是在增加,变湿较明显。

(4) 阜康、天池的气温和降水还具有明显的周期性,分析得出:阜康的气温具有5.0年左右的周期,降水存在3.3年左右的周期;天池的气温具有2.7年左右的主周期和8年左右的次周期,降水则存在2.9年左右的主周期和4.4年左右的次周期。

参考文献:

- [1] 施雅风,沈永平,胡汝骥.西北气候由暖干向暖湿转型的信号、影响和前景初步探讨[J].冰川冻土,2002,24(3):219-226.
- [2] 苏宏超,魏文寿,韩萍.新疆近50a来的气温和蒸发变化[J].冰川冻土,2003,25(2):174-178.
- [3] 何清,杨青,李红军.新疆40a来气温、降水和沙尘天气变化[J].冰川冻土,2003,25(4):423-427.
- [4] 杨青.近10年新疆气候变化特征[J].新疆气象,1998,21(2):9-12.
- [5] 李述刚.中国科学院阜康荒漠生态系统观测试验站的自然条件和建站依据[J].干旱区研究,1990,7(增刊):1-5.
- [6] 谢金南,周嘉陵.西北地区中、东部降水趋势的初步研究[J].高原气象,2001,11(4):362-367.

(上接第16页)

环境影响最显著属表层急变型;30 cm剖面水分变化相对缓慢为过渡层;50~100 cm剖面水分变化较为一致,含水率也

较为接近为稳变层。

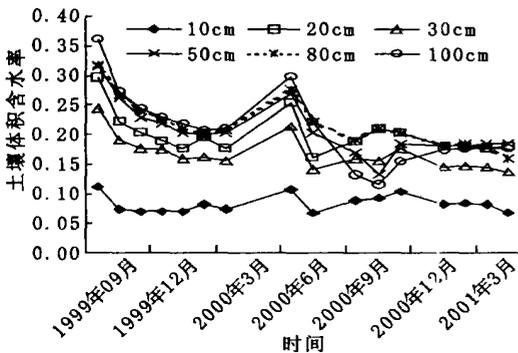


图4 土壤含水量季节变化曲线图

(3) 鉴于以上分析,我们可以通过改变各部分的循环时间、减少循环步骤达到人为控制土壤水分变化。以此为防洪防旱减灾和水土保持研究提供一个新思路和方法。在太行

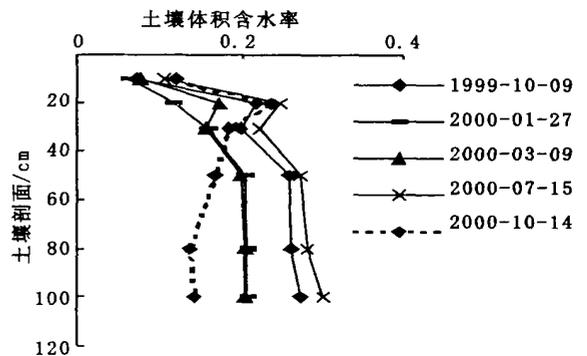


图5 土壤含水量季节变化剖面图

山低山区由于其独特的物理性质,因此观测和解决好0~30 cm土壤水分对洪水预测和防洪防旱减灾具有重要意义。

参考文献:

- [1] 雷志栋,胡和平,杨诗秀.土壤水研究进展与评述[J].水科学进展,1999,10(3):311-318.
- [2] 裴铁,李金中.壤中流模型研究的现状及存在问题[J].应用生态学报,1998,9(5):543-548.
- [3] 刘昌明,任鸿遵.水量转换实验与计算分析[M].北京:科学出版社,1988.186.
- [4] 贺康宁.林地土壤水分运动的数学模型[J].北京林业大学学报,1992,14(1):77-86.