

# 切德克河流域降水及气温演变规律研究

王心睿

伊犁水文勘测局

DOI:10.12238/hwr.v8i7.5607

**[摘要]** 为了解切德克河流域降水及气温演变规律,分析了切德克水文站1957—2022年降水量及气温的基本统计特征,采用R/S法分析了序列的持续性,Kendall秩次相关检验分析趋势性,功率谱分析法分析周期,Mann-Kendall法和累积距平法相结合分析突变。

**[关键词]** 切德克河流域; 降水; 气温; 演变规律

**中图分类号:** TV125 **文献标识码:** A

Study on the evolution law of precipitation and temperature in the Qiedeke River basin

Xinrui Wang

Ili Hydrological Survey Bureau

**[Abstract]** To understand the evolution law of precipitation and temperature in the Qiedeke River basin, the basic statistical characteristics of precipitation and temperature data at the Qiedeke hydrometric station from 1957 to 2022 are analyzed. The persistence is investigated by the R/S analysis method, and the trend by Kendall rank correlation test, the periods by the method of the power spectrum. The Mann-Kendall and accumulative departure curve method are combined to analyze the variation.

**[Key words]** Qiedeke River basin; precipitation; temperature; evolution law

## 引言

切德克河流域洪水按成因主要分为季节性融雪型洪水、暴雨型洪水以及暴雨和融雪混合型洪水三类,因此,研究地区降水及气温的演变规律,对于分析气候变化背景下水循环、预测旱涝事件发生规律和未来气候变化具有重要意义。伊犁河流域降水及气温演变已有一些研究成果,但切德克河流域降水及气温演变目前还未有研究,因此,本文将对切德克河切德克水文站1957—2022年降水及气温序列的基本统计特征值、变化规律以及突变点进行分析,研究其演变规律,分析切德克河流域降水及气温的演变规律及发展趋势,可以为切德克河流域洪旱灾害防御等提供参考。本研究采用切德克河切德克水文站1957—2022年降水及气温整编数据进行分析,数据系列长度为66年,数据质量符合分析要求。

## 1 降水量分析

### 1.1 年降水量分析

对切德克水文站的多年降水量进行基本统计值计算,切德克站年降水量的多年均值为448.9mm,平均降水量略大于半湿润区的分界值400mm,通过Cv值可以看出,降水量年际变化幅度不大。对切德克站的年降水量进行年际变化和年内分配的分析计算,降水量的年际变化情况显示,1957—2022年降水量整体呈现一种缓慢的波动下降趋势,每年减少0.2mm,最大年降水量出现

在2016年为765.6mm,最小年降水量为1975年的244.4mm。降水量的年内分配情况显示,年内各月降水分配较为均匀,除冬季降水较少外,春、夏、秋三季降水占比相当。进一步分析各月降水分配情况可知,全年在4、5、6、7四个月降水量最大,而8、9这两个月降水量最小,由此可见切德克河流域降水多集中在春、夏季。

运用R/S法和Kendall秩次相关检验法分析降水量的持续性及趋势性,功率谱分析法分析周期,Mann-Kendall法判断突变。趋势性、持续性以及突变点的分析结果见表1和图1。切德克站年降水量的趋势性及持续性的分析结果显示,降水量表现为不显著递减的趋势,这与年际变化分析得到的缓慢下降趋势相符,计算得到H值为0.52,介于0.5到1之间,表明序列呈现一种正的持续性。即切德克站年降水量表现为不显著下降趋势,并在未来还将继续保持这种不显著递减的趋势。功率谱分析法计算周期结果得到,由于平滑谱均小于或等于相应的否定域上界,故无显著性周期存在。Mann-Kendall法分析切德克站年降水量的突变特征。在M-K检验中,若曲线UF与UB在置信区间内存在交点,那么交点对应的时刻就是突变开始的时间,若曲线UF随后还超出临界直线 $\pm 1.96$ ,则认为降水量时序数据的突变特征能够通过 $\alpha=0.05$ 的显著性检验。对于图2中的M-K检验曲线,1961年的交点之后,UF曲线下降至低于-1.96,说明降水量产生了由多到少的

显著性突变, 而1961年之后M-K检验曲线中的交点均没有通过  $\alpha = 0.05$  的显著性检验。由此可得, 切德克站年降水序列显著的突变发生在20世纪60年代初。

表1 切德克站降水量趋势性及持续性分析结果

序列	检验统计量 U	显著水平 $\alpha$	临界值 $U_{\alpha/2}$	趋势性	H 值	持续性
年降水量	-0.03	0.05	1.96	不显著递减	0.52	正

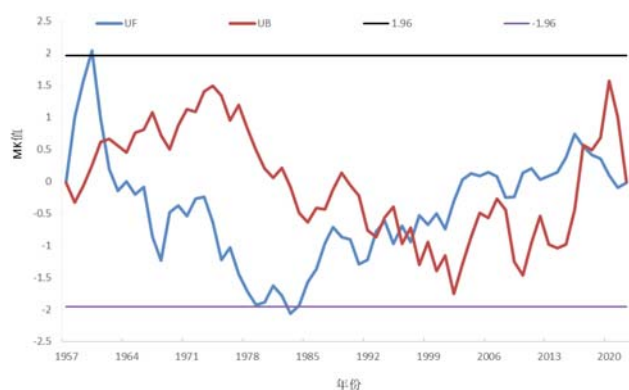


图1 切德克站年降水量突变点诊断

### 1.2 最大日降水量分析

对切德克站1957—2022年降水的各年最大日降水量及发生的月份进行统计, 并对最大日降水量序列进行趋势性和突变点的分析计算, 趋势性分析结果见表2。最大日降水量的年际变化分析可知, 1957—2022年切德克站各年的最大日降水量总体呈现一种波动下降的趋势, 且减少率为0.06mm/year, 最大值发生在1998年为59.8mm, 最小值发生在1991年为13.8mm。最大日降水从全年来看最多发生在6月和11月, 其占比均为全年20%, 由于11月降水多为雨夹雪或雪, 因此切德克流域暴雨多集中在夏季6月。对切德克站最大日降水量的趋势性及突变分析得到, 1957—2022年最大日降水序列表现为不显著递减趋势, 与年际变化分析结果相符; 最大日降水量序列无显著突变。

表2 切德克站最大日降水量趋势性分析结果

序列	检验统计量 U	显著水平 $\alpha$	临界值 $U_{\alpha/2}$	趋势性
最大日降水量	-0.85	0.05	1.96	不显著递减

### 1.3 月降水量分析

对切德克站1957—2022年各月的月降水量进行分析计算, 由线性回归分析得到线性相关公式的变化率系数k和确定性系数R2, 如表3所示。并对汛期5月、6月、7月、8月、9月这5个月的降水量进行突变点分析, 如图2所示。相关分析显示确定性系数都很小, 各月降水量与时间的相关性很弱, 3月、5月、6月、7月、8月、9月降水量呈现递减趋势, 其他月份均表现为递增趋势, 其中递减变化率最大的是七月, 递减率为每年0.3mm, 递增变化率最大的是二月, 递增率为每年0.2mm, 总体上切德克站1957—

2022年月降水量的变化趋势不明显。对汛期5月、6月、7月、8月、9月这5个月的突变点分析得到, 除夏季7月降水量在20世纪70年代初产生了由多到少的显著性突变外, 其他四个月均未发生显著突变。

表3 切德克站月降水量与年份相关分析公式的系数及确定性系数

月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月
k	0.132	0.163	-0.164	0.077	-0.128	-0.029
R2	0.0145	0.0328	0.0168	0.0029	0.0066	0.0003
月份	7月	8月	9月	10月	11月	12月
k	-0.309	-0.048	-0.059	0.031	0.074	0.048
R2	0.0345	0.0022	0.0064	0.0004	0.0024	0.0026

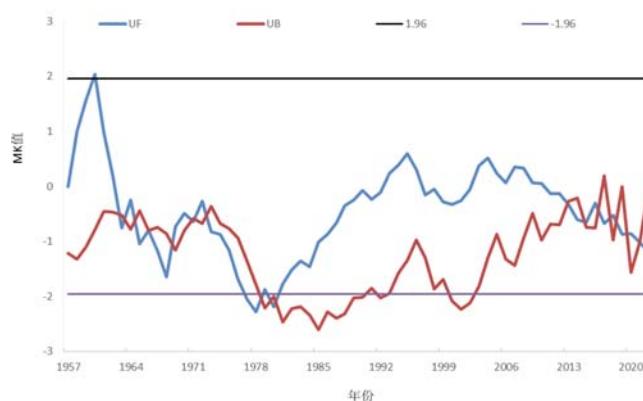


图2 切德克站7月降水量突变点诊断

## 2 气温分析

### 2.1 年平均气温分析

对切德克水文站的多年平均进行基本统计值计算, 切德克站年平均气温的多年均值为8.4℃, 通过Cv值可以看出, 气温年际变化幅度不大。年平均气温的年际变化情况显示, 1957—2022年的年平均气温呈现出上升趋势, 每年升高0.03℃, 年平均气温最低值出现在1959年为4.2℃, 最高为2022年的10.2℃。运用R/S法和Kendall秩次相关检验法分析年平均气温的持续性及趋势性, 功率谱分析法分析周期, Mann-Kendall法判断突变。趋势性、持续性以及突变点的分析结果见表4和图3。切德克站年平均气温的趋势性及持续性的分析结果显示, 年平均气温表现为显著递增的趋势, 这与年际变化分析得到的上升趋势相符, 计算得到H值为0.75, 介于0.5到1之间, 表明序列呈现一种正的持续性。即切德克站年平均气温表现为显著上升趋势, 并在未来还将继续保持这种显著递增的趋势。功率谱分析法计算周期结果得到, 由于平滑谱均小于或等于相应的否定域上界, 故无显著性周期存在。Mann-Kendall法分析切德克站年平均气温的突变特征可得, 切德克站年平均气温由低到高的显著突变发生在20世纪80年代中期。

表4 切德克站年平均气温趋势性及持续性分析结果

序列	检验统计量U	显著水平 $\alpha$	临界值 $U_{\alpha/2}$	趋势性	H值	持续性
年降水量	4.99	0.05	1.96	显著递增	0.75	正

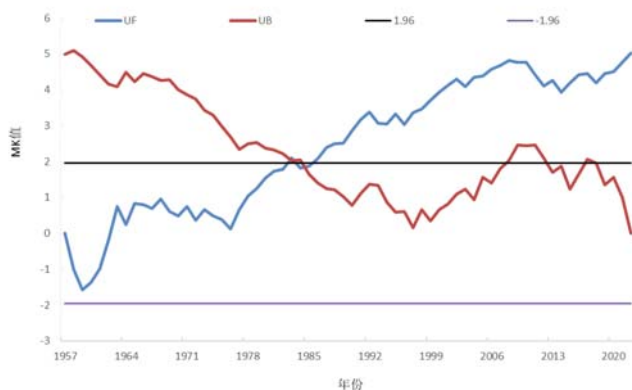


图3 切德克站年平均气温突变点诊断

2. 2月平均气温分析

对切德克站1957-2022年各月的月平均气温进行分析计算,由线性回归分析得到线性相关公式的变化率系数k和确定性系数R2,如表5所示。5月、6月、7月、8月、9月这5个月的降水量进行突变点分析,分析显示确定性系数都很小,各月降水量与时间的相关性很弱,1月至12月的月平均气温均呈现递增趋势,其中变化率最大的是三月,增长率达到每年0.06℃。对汛期5月、6月、7月、8月、9月这5个月的突变点分析得到,5月、6月在20世纪60年代末发生了由低到高的显著性突变,7月、8月在20世纪60年代初发生了由低到高的显著性突变,9月在20世纪60年代中期发生了由低到高的显著性突变。

表5 切德克站月平均气温与年份相关分析公式的系数及确定性系数

月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月
k	0.025	0.044	0.062	0.055	0.046	0.034
R2	0.0321	0.0687	0.2252	0.2922	0.2411	0.1905
月份	7月	8月	9月	10月	11月	12月
k	0.028	0.015	0.024	0.028	0.036	0.003
R2	0.1079	0.0439	0.1044	0.1014	0.0809	0.0005

3 结论与展望

本文对切德克河流域切德克站的年降水量、年最大日降水量、月降水量,以及年平均气温、月平均气温这五项降水及气温指标进行演变规律分析,得到如下结论:

(1) 1957—2022年降水量表现为不显著递减趋势,并在未来还将继续保持这种不显著递减的趋势;全年在4、5、6、7四个月降水量最大,而8、9这两个月降水量最小,可知切德克河流域降水多集中在春、夏季;年降水序列无显著性周期存在;年降水量由多到少的显著性突变发生在20世纪60年代初。

(2) 全年中最大日降水量最多发生在6月和11月,其占比均为全年20%,由于11月降水多为雨夹雪或雪,因此切德克流域暴雨多集中在夏季6月;最大日降水序列表现为不显著递减趋势,与年际变化分析结果相符;最大日降水量序列无显著突变。

(3) 月降水相关分析的确定性系数较小,各月降水量与时间的相关性很弱,其中3月、5月、6月、7月、8月、9月降水量呈现递减趋势,其他月份均表现为递增趋势,总体看月降水量的变化趋势不明显;对汛期5月、6月、7月、8月、9月进行突变点分析可知,除夏季7月降水量在20世纪70年代初产生了由多到少的显著性突变外,其他四个月均未发生显著突变。

(4) 1957—2022年平均气温表现为显著上升趋势,并在未来还将继续保持这种显著递增的趋势;年平均气温序列无显著性周期存在;年平均气温由低到高的显著性突变发生在20世纪80年代中期。

(5) 月平均气温相关分析的确定性系数较小,各月降水量与时间的相关性很弱,1月至12月的月平均气温均呈现递增趋势。对汛期5月、6月、7月、8月、9月进行突变点分析可知,5月、6月在20世纪60年代末发生了由低到高的显著性突变,7月、8月在20世纪60年代初发生了由低到高的显著性突变,9月在20世纪60年代中期发生了由低到高的显著性突变。

4 结束语

综上,切德克河流域切德克站的降水总体呈现递减趋势,且多为降水由多到少的突变,夏季易出现暴雨,气温总体呈现显著的递增趋势,且春、夏季气温均为由低到高的突变,结合切德克流域的地势条件及洪水特点,夏季易发生暴雨型洪水,春、夏季易发生融雪型洪水及暴雨和融雪混合型洪水,对下游村庄存在一定山洪及泥石流灾害风险,对于切德克河流域如何合理开发利用水资源,有效防洪减灾,使上下游的经济、社会可持续发展,有待今后的进一步研究和学习。

【参考文献】

[1]滕洪波.气候变化下切德克河洪水特性及趋势分析[J].水利科技与经济,2013,19(8):31-33.  
 [2]杨昕馨.浅析新疆伊犁河流域50余年降水时空分布[J].水资源开发与管理,2018,(6):65-68.  
 [3]闫俊杰,闫敏,崔东,等.近55年新疆伊犁河谷气温和降水变化趋势分析[J].水电能源科学,2017,35(10):13-16.

作者简介:

王心睿(1990--),女,汉族,新疆伊宁人,硕士研究生,工程师,从事水情分析工作。