

帕米尔高原暴雨时空分布及 灾害风险分析

王江华¹, 彭劲松², 方 雯²

¹昌吉气象台, 新疆 昌吉

²昌吉气象局, 新疆 昌吉

收稿日期: 2023年2月8日; 录用日期: 2023年3月10日; 发布日期: 2023年3月20日

摘 要

利用克州三县一市46a汛期(4~9月)暴雨日数分析了暴雨的时空变化特征, 利用Mann-kendll突变、Morlet小波分析了暴雨突变点及周期变化, 运用ArcGIS9.3软件制作暴雨灾害空间分布图, 同时提出防御措施。结果显示: 1) 46a三县一市暴雨日数均呈逐年递增趋势, 平原降水集中在3~5月前汛期, 山区集中在7~9月后汛期。2) 突变检验来看, 三县一市均发生不同程度的突变, 其中乌恰突变次数最频繁, 46a来发生4次突变。3) 三县一市表现为12a、14a、30a为主周期变化, 突变年后除乌恰周期变化不显著以外, 其它变化均表现为显著。4) 从暴雨水汽输送路径来看, 主要为低槽自身携带的水汽及中亚偏南地区阿拉伯海输送的水汽为主, 水汽通量及湿Q矢量物理量对暴雨发生有较好的指示意义。5) 暴雨灾害空间分布分析, 暴雨次数及暴雨发生过程最大雨量均出现在阿合奇县境内, 整体上由东部向西部递减, 分布极不均匀。

关键词

暴雨, 时空变化特征, 突变, 周期, 水汽特征, 灾害风险区划分布

Weather and Climate Characteristics and Disaster Risk Analysis of Heavy Rain in the Pamirs

Jianghua Wang¹, Jinsong Peng², Wen Fang²

¹Changji Meteorological Observatory, Changji Xinjiang

²Changji Meteorological Bureau, Changji Xinjiang

Received: Feb. 8th, 2023; accepted: Mar. 10th, 2023; published: Mar. 20th, 2023

Abstract

Using the number of rainstorm days (April-September) in three counties and one city in Kezhou to analyze the spatio-temporal variation characteristics of rainstorm, using mann-kendll mutation and morlet wavelet to analyze rainstorm mutation points and periodic changes, and using ArcGIS 9.3 software to make rainstorm disasters spatial distribution map, and proposed defensive measures at the same time. The results showed that: 1) The number of heavy rain days in the three counties and one city of 46 years increased year by year. The precipitation in the plains was concentrated in the flood season before March to May, and the rain in the mountainous areas was concentrated in the flood season after July to September. 2) According to mutation test, mutations of varying degrees occurred in the three counties and one city, among which Wuqia mutations were the most frequent, and 4 mutations occurred in 46 years. 3) Three counties and one city showed 12a, 14a, and 30a main cycles. After the mutation year, the changes were significant except for the Wuqia cycle that was not significant. 4) From the perspective of the rainstorm water vapor transport path, it is mainly the water vapor carried by the low trough itself and the water vapor transported by the Arabian Sea in the southern part of Central Asia. The water vapor flux and the wet q vector physical quantity have good indications for the occurrence of heavy rain. 5) Analysis of the spatial distribution of rainstorm disasters. Both the number of rainstorms and the maximum rainfall in the process of rainstorms occurred in Aheqi County, and the overall distribution decreased from the east to the west, and the distribution was extremely uneven.

Keywords

Heavy Rain, Temporal and Spatial Variation Characteristics, Sudden Change, Cycle, Water Vapor Characteristics, Disaster Risk Area Division

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着全球气候变暖,各地气候随之发生着明显的变化,尤其是我国西北地区对这一趋势的气候响应尤为突出,大量的学者研究证实,西北地区特别是中亚及新疆地区气候由暖干向暖湿转型这一事实[1]。克州地处新疆帕米尔高原,隶属大西北一角,其地形、地貌三面环山,近30年来,降水量也明显呈逐年递增趋势。自19世纪以来,全球气温升高1度左右,受此气候背景影响下,全球发生极端降水天气事件显著增多。孔锋、方健等研究进一步表明,中国不同强度降雨雨量和雨日呈现出不同程度的波动特征,小雨、中雨、大雨、暴雨、大暴雨和总降雨均在西北波动最大,中国的降雨在朝着极端化方向发展[2]。受暴雨天气影响,易引发洪水、泥石流等次生气象灾害,给当地人民的生产、生活造成很大影响及损失,因而研究该地暴雨的天气及气候特点,对指导暴雨的预报预警和防灾减灾有重大深远的意义。

对暴雨的研究,国内许多学者做过大量的分析,如(黄玉霞,2017;吴滨,2017;苏爱芳等,2021;黄智勇,2021;王俊超,2019)对不同地区降水的时空分布特征及周期变化等方面进行了探讨,(田亚杰,2016;杨薇等,2017)从暴雨气候特征、环流形势及天气概念模型等方面进行了研究,为当地暴雨预报提供了一定的经验和依据[3]-[10]。又如徐伟、王腾分析了不同地区暴雨的气候特征,徐伟并对上海金山地区暴雨雨量进行了风险评估,对该地决策服务及防灾、减灾有很好的指示意义[11][12]。项阳则进一步从

暴雨气候变化与对流条件关系做了细致分析,得出近 55a 中 5~9 月 3 个对流条件参数 k 指数、pw、W850hpa 的年际变化与暴雨频次变化具有较好的一致性,且均呈明显上升趋势[13]。而钟利华从汛期暴雨的面雨量进行了时空分析,指出近 45a 以来,西江流域暴雨面雨量、日数和强度呈上升趋势,其中强度上升趋势显著[14]。通过以往许多学者的大量研究,对暴雨气候变化及特征有了较好的认识,对进一步深入研究该地的暴雨天气有很大的启迪作用。对于新疆的暴雨研究,许多学者也进行了很多研究,如陈春燕、李如琪等分析了新疆降水的日变化、逐小时变化特征及暴雨的动力热力结构特征[15][16][17],苗运玲、李博渊、郑博华分别对乌鲁木齐、阿勒泰、喀什等不同地区的降水日变化特征进行了总结分析,庄小翠、冯瑶从暴雨水汽输送特征及哈密一次极端暴雨成因等方面进行了研究,得出了很多有益的经验[18][19][20][21][22],而本地区对于暴雨研究大多局限于对典型个例的分析,没有系统的对其进行统计研究,也没有深入的分析、规划本地暴雨致灾的重点区域及风险等级。因而通过此项研究,旨在为今后的暴雨预报提供一定的依据,为指导暴雨的预报预警和防灾减灾提供一些技术支撑。

2. 研究资料及方法

采用克州三县一市国家站点 1971~2016 年汛期(4~9 月)的逐日降水资料。日雨量(北京时 20:00~次日 20:00)用 R 表示,定义 $24.1 \text{ mm} \leq R$ 为一个暴雨日。

暴雨灾害区域划分,运用 ArcGIS9.3 软件分析,采用三县一市及区域自动站 2013~2016 年汛期出现暴雨总频次及所有站点暴雨过程的最大雨量进行空间分布分析,并针对暴雨致灾区提出一些建议和防御措施。

本文应用线性趋势法统计分析了暴雨的年代际时空特征及月变化特点,同时运用 Mann-kendll 突变、Morlet 小波方法分析了暴雨周期变化特征。

Mann-kendll 突变计算原理

分别对克州三县一市暴雨逐年的时间序列 $X_t = (x_1, x_2, \dots, x_n)$, 作 MK 趋势检验的统计量 S, 计算公式如下:

$$s = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{k=i+1}^n \text{sgn}(s_k - s_i)$$

其中, sgn 为检验函数, $\text{sgn}(\theta) = \{1, \theta > 0; 0, \theta = 0; -1, \theta < 0\}$, 然后计算方差 Var 以及 Z 统计量:
 $V = n(n-1)(2n+5)/18$,

$$Z = \begin{cases} \frac{s-1}{\sqrt{V}}, & s > 0; \\ 0, & s = 0; \\ \frac{s+1}{\sqrt{V}}, & s < 0 \end{cases}$$

利用双边检验对数据进行检验,当 $-Z_{1-a} \leq Zs \leq Z_{1-a}$ 时,即表明序列具有显著变化趋势,反之趋势不显著。当 Z_{1-a} 给定的显著水平 $a = 0.05$ 时,临界值为 1.96。

Morlet 小波分析法

Morlet 小波是一种复值小波,具有时间序列振幅和位相两方面的信息,它有虚部,可以对位相进行很好的描述。其表达式为: $\varphi_0(t)\pi^{-4/1}e^{j\omega_0 t}e^{-t^2/2}$, 式中 t 为时间, ω_0 为无量纲频率。通过对克州三县一市各时间尺度系列进行小波变化后,分析其随时间系列在某一尺度上波动特征及随时间变化的图谱,得出暴雨周期变化特征。

3. 结果分析

3.1. 三县一市汛期暴雨年际变化特征

对克州三县一市汛期(4~9 月)暴雨的时空分布进行了分析见(图 1(a), 图 1(b)), 得出阿图什市、乌恰

县近 46a 来暴雨日数为逐年递增趋势, 峰值特征明显, 阿图什市在 1991 年到 2001 年为最高峰, 2002 年到 2009 年为次高峰, 而乌恰县出现在 95~97 年和 98~2003 年, 总体呈偏多 - 偏少 - 偏多 - 偏少的趋势。从 5 年滑动平均趋势来看, 70 年代末~90 年代初, 在均值线以下波动, 95 年以后呈规律性波动, 2015 年后呈略上升趋势。

阿合奇县暴雨日数(图 1(c)), 近 46a 来发生次数呈波浪式逐渐增加趋势, 2009 年~2012 年出现了 1 个最高峰。从 5 年滑动平均趋势来看, 70 年代~90 年代末在均值线以下波动, 1998 年至 2016 年在均值线以上呈波浪逐年递增趋势。

阿克陶县近 46a (图 1(d))来暴雨日数在累年平均 1 天的频次范围内规律波动, 其频次相对集中期在 1992 年到 2005 年。从 5 年滑动平均趋势来看, 80 年代初~80 年代末在均值线附近呈偏少 - 偏多 - 偏少趋势, 90 年代初到 90 年代末在均值线以下波动, 20 世纪以来, 基本在均值线附近波动。

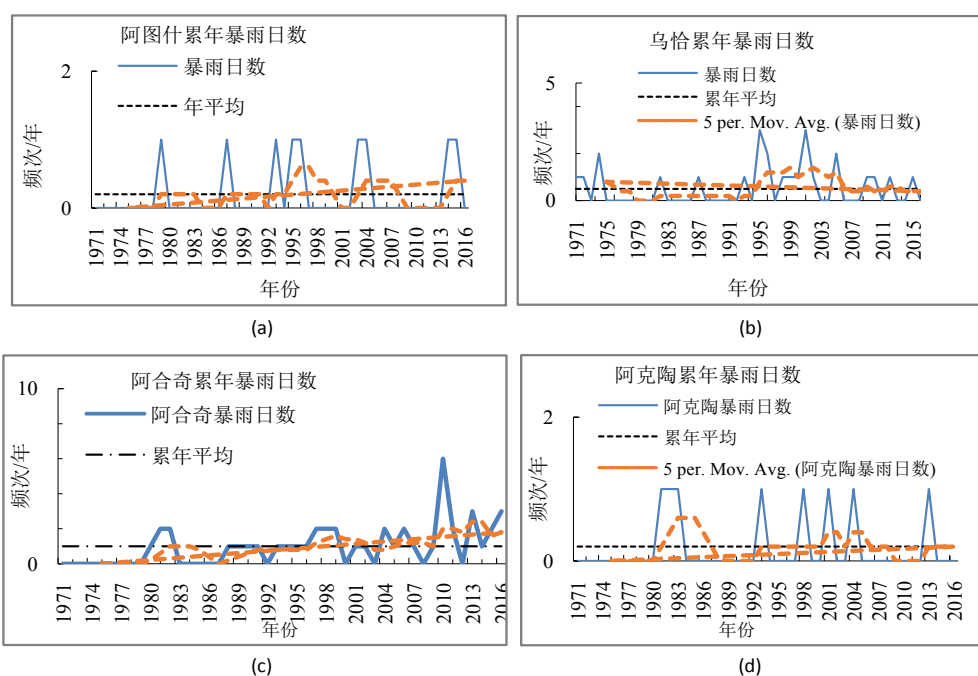


Figure 1. Frequency of rainstorm in three counties and one city in Kezhou over the years ((a) Atushi City, (b) Wuqia County, (c) Ahqi County, (d) Aktau County)

图 1. 克州地区三县一市累年暴雨发生频次((a) 阿图什市; (b) 乌恰县; (c) 阿合奇县; (d) 阿克陶县)

3.2. 三县一市汛期暴雨的月分布特点

从(图 2(a))阿图什市暴雨日数月变化特征看, 汛期 4~9 月降水频次最高出现在 5 月, 频次为 5 次, 降水量极值为 45.3 mm, 其次为 8 月; 阿克陶县暴雨频次(图 2(b))最高出现在 5 月, 频次为 3 次, 降水量极值为 51.9 mm, 其次为 3 月; 乌恰县暴雨频次(图 2(c))最高出现在 9 月, 频次为 7 次, 其次为 7 月, 频次为 6 次, 降水量极值为 42.8 mm, 出现在 5 月; 阿合奇县暴雨频次(图 2(d))最高出现在 7 月和 8 月, 频次为 11 次, 其次为 9 月, 频次为 10 次, 降水量极值为 56.8 mm, 出现在 9 月。总体来看, 克州区域暴雨日数月分布极不均匀, 平原暴雨频次明显少于山区, 且降水集中在 3~5 月前汛期, 山区集中在 7~9 月后汛期, 但从降水极值统计分析看, 平原则与山区相当, 说明随着极端天气的增加, 极端暴雨对平原的影响较为突出。

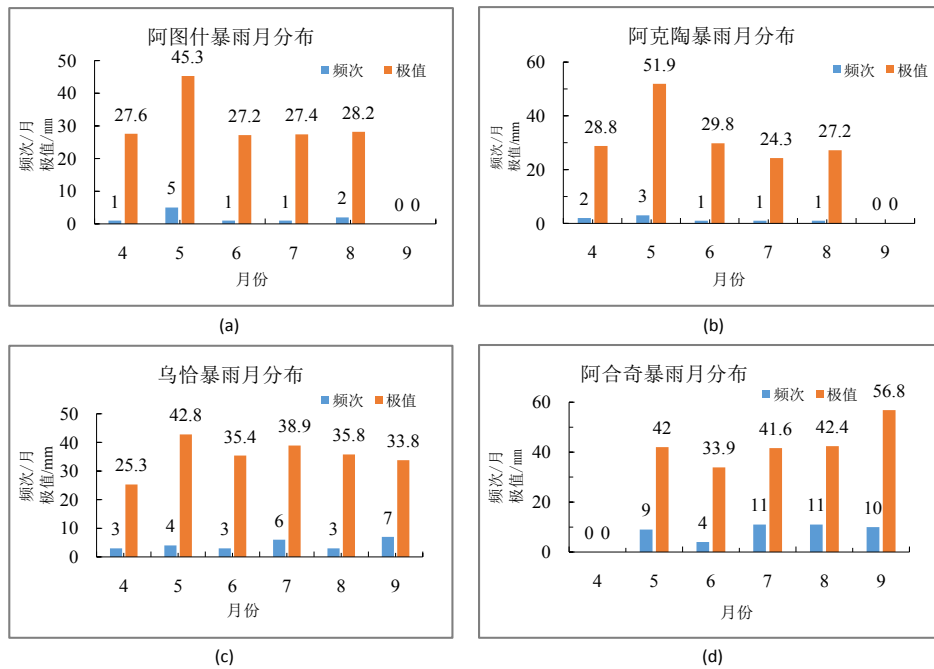


Figure 2. Monthly distribution of rainstorm in three counties and one city in Kezhou ((a) Atushi City, (b) Aktau County, (c) Wuqia County, (d) Akqi County)

图 2. 克州地区三县一市暴雨月分布((a) 阿图什市, (b) 阿克陶县, (c) 乌恰县, (d) 阿合奇县)

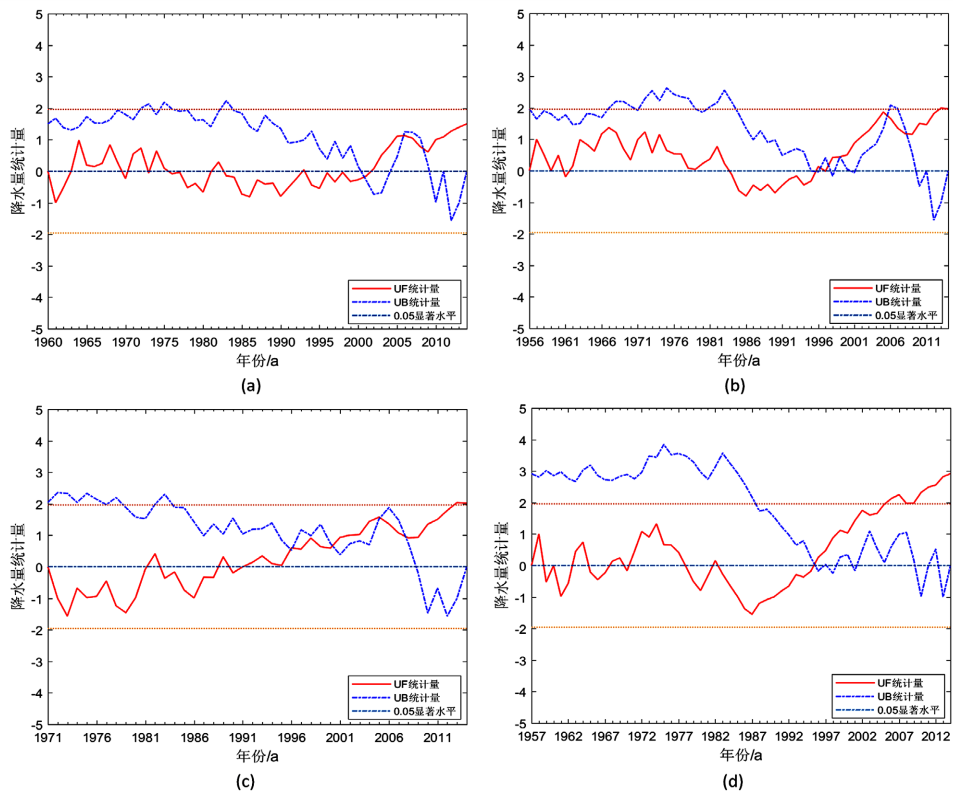


Figure 3. M-K analysis of three counties and one city in Kezhou ((a) Atushi City, (b) Aktau County, (c) Wuqia County, (d) Aheqi County)

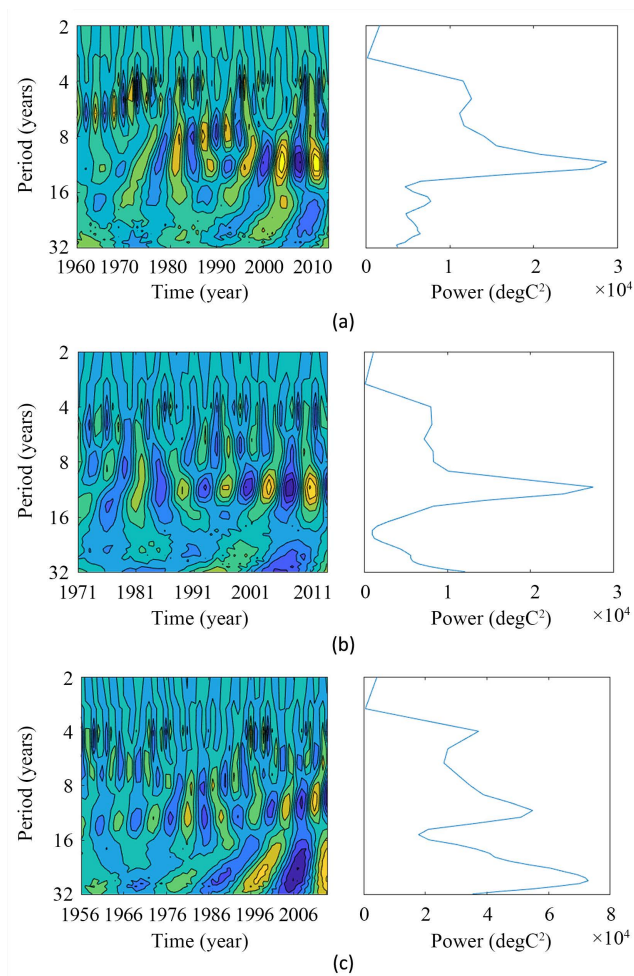
图 3. 克州地区三县一市 M-K 分析((a) 阿图什市, (b) 阿克陶县, (c) 乌恰县, (d) 阿合奇县)

3.3. 三县一市汛期暴雨的突变特征分析

采用 Mann-kendll 突变检验, 分析了克州三县一市汛期暴雨的突变特征。突变图中的 U_f 、 U_b 分别为按正逆时间序列计算出的统计量。从克州三县一市突变检验来看(图 3), 在 90~20 年代间都发生了不同程度的突变, 且阿图什、乌恰、阿合奇在 70~80 年代暴雨日增加趋势较显著, 而阿克陶则在 90 年代以后暴雨日增加趋势表现为显著。从 U_f 曲线和 U_b 曲线交点的位置看, 阿图什市、阿克陶县、乌恰县突变点为 3 个及以上, 其中, 阿图什突变点分别为 2000、2005 和 2009 年, 且 2000 年出现的突变点在 0.05 显著性水平线以下, 则没有通过 0.05 显著性检验, 为假值, 故阿图什暴雨只在 2005 年和 2009 年发生了 2 次突变。阿克陶、乌恰均发生了 3 次突变, 突变点为 2001、2005 和 2009 和 96、98、2006、2009 年, 并都通过了 0.05 的显著性检验。阿合奇只有 1 个突变点, 突变年为 1996 年, 突变点位于 0.05 显著性水平线上, 也通过了 0.05 的显著性检验, 为真值。

3.4. 三县一市汛期暴雨的周期特征分析

用 Morlet 小波变换和小波方差分析了克州三县一市汛期暴雨在不同时间尺度上的周期变化特征。图 4 中小波系数的大小表明了信号的强弱, 实线(虚线)表示等值线为正(负), 代表降水日数偏多(偏少), 小波系数为正, 表明处于多雨时期, 反之处于少雨时期。小波系数为零, 则对应着突变点, 等值线越密集处, 表明降水量的年际(或年代际)变化的振幅也越大。



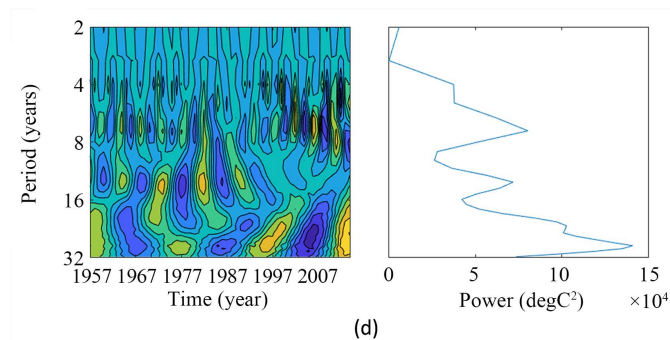


Figure 4. Wavelet period analysis of three counties and one city in Kezhou area ((a) Atushi City, (b) Aktau County, (c) Wucha County, (d) Aheqi County)

图 4. 克州地区三县一市小波周期分析((a) 阿图什市, (b) 阿克陶县, (c) 乌恰县, (d) 阿合奇县)

小波分析结果表明, 46a 内三县一市都有不同程度的周期变化特征, 表现在突变年后信号都有加强趋势, 且在 4a 时间尺度上周期信号减弱, 变化均表现不显著。阿图什市方差值在 6a、12a、20a、25a 时间尺度上出现峰值, 12a 为年内暴雨日数的第一主周期。12a 时间尺度在 1980~1998 年周期变化显著, 且在突变年 2000 年之后存在四个少发期和六个多发期。突变后的 17 年内 12a 尺度上发生 3 次震荡, 最新一次为暴雨日数多发期, 且完全闭合。20a 和 25a 时间尺度变化为均匀波动, 两周期方差值相差不大, 且信号较弱, 6a 时间尺度变化在 1960~1975 年有较强的周期, 存在三个多发期和四个少发期, 1980 年后, 信号减弱周期变化不显著。

阿克陶县方差值在 4a、12a 时间尺度上出现峰值, 在研究期内 46a 的时间尺度上 12a 为年暴雨日数的第一主周期并贯穿始终。12a 时间尺度在突变年 2001 年之后存在两个多发期和一个少发期。

乌恰县方差值在 4a、8a、14a、30a 时间尺度上出现峰值, 30a 为年内暴雨日数的第一主周期, 14a 为次主周期。30a 时间尺度在 1990 年以前周期变化并不显著, 在突变年 1996 年之后, 存在两个多发期和一个少发期, 且最近一次为多发期并未闭合。14a 次主周期时间尺度变化在 1970 年以后有较明显的周期变化, 8a 时间尺度变化与其一致, 同时在 1980~1990 年之间, 8a 和 14a 时间尺度发生了两次融合, 在 2000 年后完整发生一次周期变换, 并以 14a 为震荡周期变化, 且最近一次为少发期并未闭合。

阿合奇县方差值在 4a、8a、14a、22a、30a 时间尺度上出现峰值, 30a 为年内暴雨日数的第一主周期, 整个研究时期内 46a 时间尺度上有一个完整周期。30a 时间尺度在 1990 年后周期变化显著, 突变年 1996 年之后, 存在一个少发期和两个多发期, 且最近一次为多发期且未闭合。14a 时间尺度在 1957~1997 年的 40 年内发生了 4 个多发期和一个少发期, 2000 年后周期变化不显著, 8a 时间尺度在突变年后发生 3 次震荡, 最新一次为暴雨日数少发期, 且未闭合, 同时 14a 和 8a 时间尺度在 1970~1980 年有融合现象。22a、4a 时间尺度周期方差值相差不大, 且信号较弱, 周期变化不显著。

4. 暴雨环流分型及水汽输送特征分析

4.1. 暴雨环流分型

选取克州三县一市测站 2013~2017 年出现的 9 次暴雨天气个例, 及其对应的逐日地面降水量资料、实况 500 hpa 天气图、地面天气图及 Ec 数值预报产品等, 分析范围为 20~60N, 10~100E, 关键区为 30~50N, 60~80E。普查分析克州地区符合下列条件的降水过程定义为一次暴雨天气过程。

至少有一个测站某次过程出现暴雨或有一个测站至少出现大雨及以上量级为一次天气过程, 按照上

述标准, 选取了克州地区 2013~2017 年以来的 9 次暴雨天气过程(见表 1)。根据克州的地形及气候特点, 把全州分为平原(包括阿图什市和阿克陶县)和山区(包括乌恰县和阿合奇县)两个天气气候区。

通过对以上 9 场个例天气分析, 将影响我区的暴雨天气形势分为以下四种类型。形势 I, 中亚低涡型; 形势 II, 巴湖短波槽东移型; 形势 III, 南支槽型; 形势 IV, 伊朗副高东伸, 西天山为短波槽控制。

Table 1. Synoptic synoptic process of torrential rain from 2013 to 2017 (June to September) in three counties and one city of Kezhou region

表 1. 克州地区三县一市 2013~2017 年(6~9 月)暴雨天气过程概况

起止时间	降水落区中心	日最大降水量 mm	最大过程降水量 mm
2013.6 月 15~17 日	阿克陶、乌恰	29.9	30.1
2013.8 月 20~22 日	乌恰、阿合奇	17.4	32.9
2014.6 月 19~22 日	乌恰、阿合奇	15.3	38.4
2015.6 月 24~25 日	阿图什、乌恰	22.5	40.3
2016.5 月 11~13 日	乌恰、阿合奇	32.7	32.6
2016.8 月 23~28 日	乌恰、阿克陶	17.9	25.6
2017.6 月 4~6 日	乌恰、阿合奇	14.6	15.9
2017.8 月 22~25 日	阿图什、阿合奇	27.3	35.8
2017.4 月 5~8 日	阿克陶、阿合奇	15.2	28.9

4.2. 暴雨水汽输送特征分析

为综合分析暴雨过程对流层总体水汽输送情况, 利用 NCEP 再分析资料计算了地面~300 hPa 垂直积分水汽通量、水汽通量散度及非地转湿 Q 矢量散度等物理量来分析水汽的来源及输送特征等。

选取了 2013 年 6 月 15~17 日发生在克州全境的典型暴雨天气个例, 总结了其暴雨发生的水汽条件及物理量特征等(图 5), 为暴雨预报提供一定的经验和依据。

2013 年 6 月 15~17 日, 暴雨发生前水汽输送主要来自中亚低槽西南部阿拉伯海输送的水汽, 主要以西南气流为主及河西走廊至东疆一直延伸至南疆盆地西部的一支偏东气流输送的水汽, 此时段东部水汽通量较西南水汽通量分量明显偏强, 水汽通量值在 $2\sim4 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$, 暴雨发生时 16 日 14 时偏东气流水汽通量迅速加强, 并且和西南部输送的水汽打通, 并源源不断输送至克州地区上空, 该时段仍以偏东气流为主, 最大水汽通量值在 $6\sim8 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$, 同时此时也是暴雨发生的主要时段。16 日 20 时东部水汽略有减弱, 主要维持在东疆至阿克苏一带, 南疆盆地西部的水汽分量明显减弱, 同时西南部与东部水汽通道分段, 此时主要以西南水汽输送和低槽东移自身携带的部分偏南水汽输送, 但此分量的水汽较弱, 伴随的强降水也逐渐减弱。

从水汽通量散度剖面图分析看, 暴雨发生前, 从近地面到 600 hPa 就存在一个辐合中心, 主要为偏西和偏东气流的辐合, 中心值为 $-1.0 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{hPa}^{-1}$, 16 日 14 时 20 时辐合中心迅速加强, 且垂直伸展高度达到 500 hPa 及以上, 最大辐合中心值为 $-2.5\sim-3.0 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{hPa}^{-1}$, 最强的辐合中心位于 700 hPa 以下, 此时仍以偏西和偏东气流辐合为主, 这与水汽通量时间变化一致, 与暴雨出现主要时段也吻合。17 日 02 时, 水汽辐合中心迅速减弱消失, 只在 700 hPa 以上还存在一个弱的辐合区。

从非地转湿 Q 矢量散度分析看, 暴雨发生前期, 北纬 39N。附近有一个弱的辐散中心, 位于 500 hPa~700 hPa, 而北纬 40N。则有一个明显的辐合中心存在, 且辐合中心位于较低层次 700 hPa 以下, 两者之间形成了一个矢量梯度差, 16 日 14 时, 随着低槽东移加强, 500~700 hPa 的辐散中心加强并向下伸展到 800 hPa

附近,同时辐合中心也加强垂直向上伸展到 600 hpa 附近,两者的梯度差进一步加大,暴雨就发生在辐散、辐合强烈交汇,垂直梯度大值区内。16日20时,整层从300 hpa 以下均为辐散,辐散中心位于较高层次300 hpa 附近。

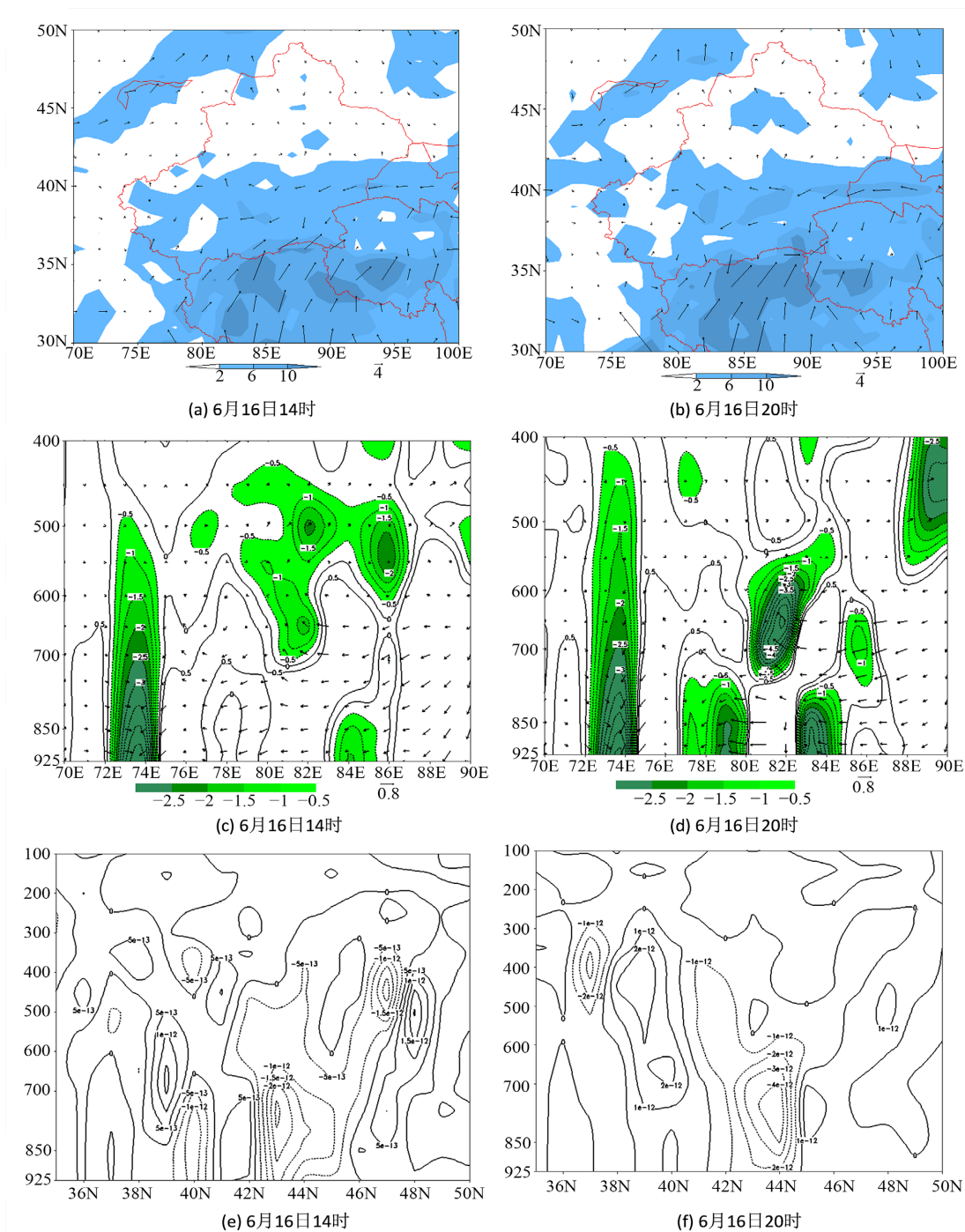
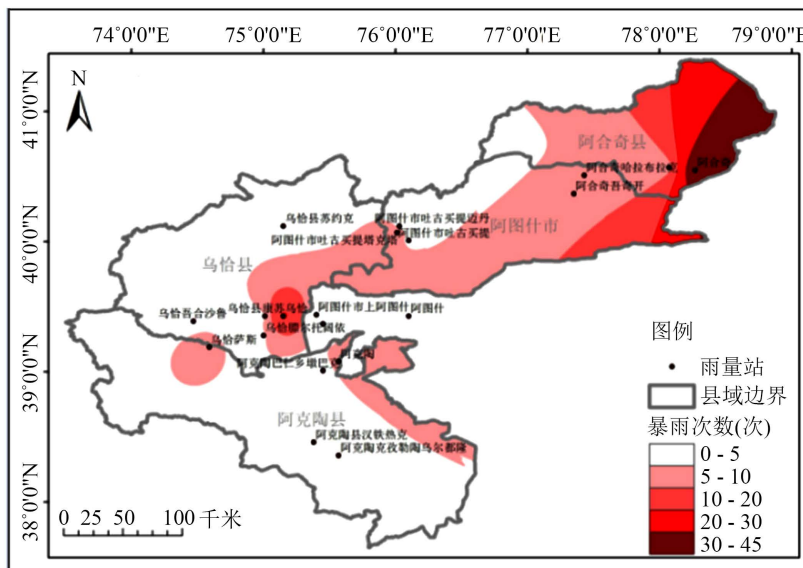


Figure 5. Water vapor characteristic physical quantity field analysis ((a), (b) water vapor flux, unit: $\text{g}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$; (c), (d) water vapor flux divergence, unit: $\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{hpa}^{-1}$; (e), (f) wet Q vector divergence, unit: $10^{-17} \text{hpa}^{-1}\cdot\text{s}^{-3}$)
图 5. 水汽特征物理量场分析((a), (b) 水汽通量, 单位: $\text{g}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$; (c), (d) 水汽通量散度, 单位: $\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{hpa}^{-1}$; (e), (f) 湿 Q 矢量散度, 单位: $10^{-17} \text{hpa}^{-1}\cdot\text{s}^{-3}$)

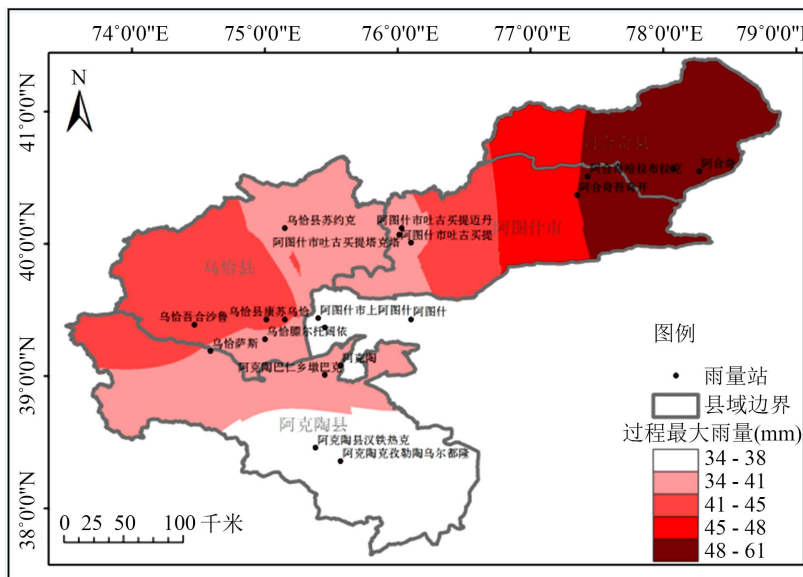
5. 暴雨灾害区域分布特征

用 ArcGIS9.3 软件选取反距离权重法对所得暴雨数据进行插值后以自然断点分级法得到暴雨灾害空间分布图，以此为基础进行本地灾害空间分布研究。

从图 6 中可以看出，暴雨次数最多的出现在阿合奇县境内，其次在乌恰西南部山区，整体上由东部向西部递减，暴雨日数分布极不均匀，阿克陶县暴雨日数最少；从暴雨发生过程最大雨量来看，仍以阿合奇为主要区域，其次在乌恰西部山区和阿图什以东地区，尤其在乌恰偏西和偏南地区暴雨日数偏少，但过程降水量却很显著，说明上述地区发生极端暴雨的几率大，降水极值突出。



(a)



(b)

Figure 6. Regional distribution of rainstorm frequency (a) and maximum precipitation in the process (b) in Kezhou

图 6. 克州地区暴雨频次(a)及过程最大降水量区域分布(b)

根据以上分析确定了帕米尔高原气象灾害重点防御区及次重要防御区域:

1) 气象灾害重点防御区

按照气象灾害综合风险区划,阿图什吐古麦提乡、吐古麦提塔克塔乡、吐古麦提麦丹村、哈拉峻乡、哈拉峻乡苏洪村、上阿图什乡、上阿图什天门景区;阿克陶克孜勒陶乡、恰尔隆乡、巴仁乡墩巴克村、麻扎窝孜乡、布伦口盖孜村、奥依塔克镇、库斯拉甫乡;乌恰吾合沙鲁乡、托运乡、康苏镇、萨斯乡;阿合奇哈拉布拉克乡、苏木塔什乡、苏木塔什乡阿巴雀雀克村、哈拉奇乡、阿合奇镇、玉山古西乡、国营马场、库兰萨日克乡为气象灾害高风险区,因此属于气象灾害重点防御区(流域重点防御区域库山河流域)。

2) 气象灾害次重点防御区

阿图什阿湖乡、阿其克村、库木萨克乡、轻工业园区、重工业园区、松他克乡、阿扎克乡;阿克陶玉麦乡、皮拉勒乡、加马铁热克乡、喀热开其克乡、托尔塔依农场、木吉乡、塔尔乡;乌恰托帕口岸、伊尔克什坦口岸、吉根乡、巴音库鲁提乡、铁提尔村、阿合奇镇、别迭里水电站为气象灾害次高风险区(流域重点防御区域盖孜河流域)。

6. 结论

基于克州三县一市国家站点 1971~2016 年汛期(4~9 月)的逐日降水资料,采用 Mann-kendll 突变、Morlet 小波分析等方法分析了克州暴雨的气候特征,并运用 ArcGIS9.3 软件对暴雨致灾的区域进行了划分及风险评估,得出以下结论:

1) 克州三县一市近 46a 暴雨日数均呈波动上升趋势,从年代际变化看,90~2000 年代,阿图什、阿合奇和乌恰暴雨日数变化较显著,出现了峰值,且出现频率较高。月变化分布来看,主要集中在 6~8 月,且山区多于平原。

2) 突变检验来看,近 46a 三县一市暴雨日数均呈抛物线规律波动,即偏多 - 偏少 - 偏多变化趋势,并在 90~2000 年代发生了不同程度的突变,其中乌恰突变次数最频繁,46a 来发生 4 次突变。

3) 周期变化分析,阿图什、阿克陶 12a 时间尺度在突变年之后信号有加强的趋势,分别存在四个少发期和六个多发期及两个多发期和一个少发期。乌恰县在 30a 时间尺度内,在突变年之后周期变化不显著,阿合奇县在整个研究时期内 46a 时间尺度上存在一个完整周期。

4) 水汽通量、水汽通量散度大值区与暴雨发生时间对应较好,湿 Q 矢量散度表现为,暴雨一般发生在辐散、辐合强烈交汇,垂直梯度大值区内。

5) 暴雨次数最多的出现在阿合奇县境内,其次在乌恰西南部山区,整体上由东部向西部递减,从暴雨发生过程最大雨量来看,仍以阿合奇为主要区域,其次在乌恰西部山区和阿图什以东地区。

参考文献

- [1] 胡汝骥,姜逢清,王亚俊,樊自立. 新疆气候由暖干向暖湿转变的信号及影响[J]. 干旱区地理, 2002, 25(3): 194-200.
- [2] 孔峰,方健,吕丽莉,王铸,孟永昌,杨旭. 1961-2015 年中国不同强度降雨的变化趋势和波动特征[J]. 热带地理, 2017, 37(4): 473-483.
- [3] 黄玉霞,王宝鉴,王研峰,黄武斌,王琳. 东亚夏季风的变化特征及其对甘肃夏季暴雨日数的影响[J]. 中国沙漠, 2017, 37(1): 140-147.
- [4] 吴滨,李玲,杨丽慧,严平勇. 福建省不同短历时暴雨变化特征及天气背景分析[J]. 自然灾害学报, 2017, 26(6): 207-216.
- [5] 苏爱芳,吕晓娜,崔丽曼,等. 郑州“7.20”极端暴雨天气的基本观测分析[J]. 暴雨灾害, 2021, 40(5): 445-454.
- [6] 黄治勇,王婧羽,周文. 2020 年 7 月 4-8 日长江中游极端暴雨特征分析[J]. 暴雨灾害, 2021, 40(4): 333-341.

- [7] 王俊超, 彭涛, 王清. 乌江流域极端降水时空分布特征及重现期分析[J]. 暴雨灾害, 2019, 38(3): 267-275.
- [8] 田亚杰, 王春明, 崔强. 2015年5月19-20日两广地区暴雨过程数值模拟与诊断分析[J]. 暴雨灾害, 2017, 36(1): 18-25.
- [9] 杨薇, 冯文, 李勋. 微物理过程和积云参数化方案对海南岛秋季暴雨模拟的影响[J]. 暴雨灾害, 2017, 36(1): 8-17.
- [10] 周文志, 唐熠, 王艳兰, 孙莹, 蒋丽娟. 低空急流暴雨天气概念模型及其雷达回波特征分析, 灾害学, 2011, 26(4): 14-18.
- [11] 徐伟, 杨晓月, 徐菁, 陆佳麟, 夏立. 近 60a 上海金山地区暴雨的气候变化特征及暴雨雨量风险评估研究[J]. 暴雨灾害, 2019, 38(2): 177-182.
- [12] 王腾, 孙晓光, 李白萍. 昌都市近 36a 暴雨气候特征分析[J]. 暴雨灾害, 2017, 36(1): 75-80.
- [13] 项阳, 张庆奎. 1962-2016 年安徽省阜阳市暴雨气候变化与对流条件的关系[J]. 暴雨灾害, 2019, 38(3): 284-290.
- [14] 钟利华, 李勇, 李仲怡, 等. 近 45a 西江流域汛期暴雨面雨量时空分布特征[J]. 暴雨灾害, 2018, 37(1): 24-31.
- [15] 陈春艳, 王建捷, 唐治, 等. 新疆夏季降水日变化特征[J]. 应用气象学报, 2017, 28(1):72-85.
- [16] 陈春艳, 赵克明, 阿不力米提江·阿布力克木, 等. 暖湿背景下新疆逐时降水变化特征研究[J]. 干旱区地理, 2015, 38(4): 692-702.
- [17] 李如琦, 李建刚, 王江, 孙鸣婧, 赵克明. 南疆西部暴雨过程的动力热力结构分析[J]. 干旱区地理, 2018, 41(1): 9-16.
- [18] 苗运玲, 宫恒瑞, 王健, 葛怡成, 李如琦. 2012-2019 年乌鲁木齐市夏季降水日变化特征[J]. 干旱区地理, 2021, 44(5): 1222-1230.
- [19] 李博渊, 马红君, 庄晓翠, 等. 2010-2016 年新疆阿勒泰地区暖季降水日变化特征分析[J]. 干旱气象, 2017, 35(5): 797-805.
- [20] 郑博华, 陈胜, 王勇. 喀什地区降水(雨雪)的日变化特征[J]. 干旱区地理, 2020, 43(1): 108-116.
- [21] 庄晓翠, 李博渊, 赵江伟, 李建刚, 张林梅. 天山南坡暖季暴雨过程的水汽来源及输送特征[J]. 干旱气象, 2022, 40(1): 30-40.
- [22] 冯瑶, 阿依先木·尼牙孜, 热依拉·玉努斯. 新疆哈密“7·31”极端大暴雨过程成因分析[J]. 干旱气象, 2021, 39(3): 426-435.