高婧, 井立红, 井立军, 等, 北疆地区极端降水事件气候特征分析[1], 陕西气象, 2017(3), 23-28.

文章编号⋅1006-4354(2017)03-0023-06

北疆地区极端降水事件气候特征分析

高 婧¹,井立红²,井立军²,杨 霰³,努尔兰·木西亚¹ (1. 乌苏市气象局,新疆乌苏 833000; 2. 塔城地区气象局,新疆塔城 834700; 3. 乌鲁木齐市气象局,乌鲁木齐 830002)

摘 要:利用北疆地区 42 个台站 1961—2011 年逐日降水量资料,采用百分位法统计分析极端降水事件发生频次的空间分布特征,运用线性趋势法探讨极端降水事件的时间演变特征。结果显示:北疆地区 1961—2011 年极端降雪与极端降雨阈值的分布总体类似,极端降雨(雪)阈值天山山区及北麓(中东部)较大,古尔班通古特沙漠西南缘(西—西北缘)较小。多年平均极端降雨事件为3.76 d,极端降雨事件呈一致增多趋势;多年平均极端降雪事件为2.84 d,大部分台站极端降雪事件呈增多趋势;极端降雨(雪)量总体表现为增大趋势。暴雨、暴雪事件多年平均分别为0.45 d和0.82 d,天山区中部出现最多,80%以上的台站呈增多趋势。

关键词: 北疆地区: 极端降水事件: 时空演变

中图分类号:P468.024

文献标识码:A

极端天气气候事件与气候变化关系密切,对 人类经济社会和自然环境具有重要影响,其研究 已经成为当今气候变化科学的前沿问题之一。 Groisman、Karl、瞿盘茂等[1-3] 研究发现,美国、前 苏联和中国部分地区的强降水事件有所增加:杨 金虎等[4] 发现中国西北五省汛期极端降水事件发 生频次与降水量的空间分布有很大差异,最频繁 的区域在青海高原南部及高原以东的甘肃河东地 区,而最少发生的区域在北疆的东北部和南疆的 南部;苏布达等[5]发现1986年以来长江流域的极 端强降水事件显著增加,且中下游地区尤为突出; 张爱英等[6]指出华北中部暴雨日数和强度在 20 世纪90年代中后期显著增加;余卫东等[7]发现 1957-2005 年间河南省暴雨日数、极端降水事件 和严重干燥事件发生频率都在不显著增加,暴雨 和极端降水的变化趋势呈明显的南北差异;李静 睿等[8]指出安康市汛期降水量以 7.47 mm/10 a 的速率增多,大多数台站暴雨呈现增加趋势;侯建

忠等[9]研究表明青藏高原东北侧甘肃、陕西、宁夏 和青海四省区 1961-2008 年的暴雨年频次变化 存在3a和6a两个显著周期,多暴雨区域主要分 布在迎风坡及河川喇叭口辐合地带。关于新疆极 端降水事件的演变规律,胡汝骥等[10]分析指出近 50年新疆气候变暖速度渐缓,增湿势头不减,与 此相伴随的暴雪、暴雨、低温冷害和干旱气候极值 事件频繁发生;杨莲梅[11]分析指出 1961-2000 年新疆天山北麓和阿克苏地区极端降水量和频次 显著增多,20世纪80年代以来尤为明显;辛渝 等[12] 指出博州地区极端降水阈值与年平均降水 量的空间分布基本一致,博河河谷一带极端降雪 事件显著增加,约在1982年前后发生突变。本文 利用北疆地区 42 个气象观测站 1961-2011 年降 水资料对极端降水事件、暴雨(雪)事件的时空演 变进行分析。

1 资料和研究方法

资料来自北疆 42 个国家地面观测站 1961—2011 年逐日降水实测资料。降水性质划分为降

收稿日期:2016-08-13

作者简介:高婧(1978-),女,汉族,山东威海人,硕士,高级工程师,从事预报预测及气候变化研究。

基金项目:新疆气象局科技研究项目(201210)

雨(纯雨)、降雪(纯雪、雨雪混合降水)。"极端降水事件"的定义,目前国际上在气候极值变化研究中最多见的是将某个百分位值作为极端值的阈值,超过这个阈值的值被认为是极值,该事件可以认为是极端事件 $[^{13-14}]$ 。本文把 1961-2011 年逐年日降水量升序列的第 95 个百分位值的 51 a 平均值作为极端降水事件的阈值,统计极端降水事件发生频次并建立时间序列,然后运用线性趋势分析其时空分布特征。参照新疆降水等级标准 $[^{15}]$,定义一日降雨量 24.0 mm < $R \le 48.0$ mm 为暴雨,48.0 mm < $R \le 96.0$ mm 为大暴雨;一日降雪量 12.0 mm < $R \le 24.0$ mm 为暴雪,24.0 mm < $R \le 48.0$ mm 为大暴雨,150 mm 为大暴雨,150 mm 为大暴雨,150 mm 为大暴雨,150 mm 为大暴雨,150 mm 为大暴雪。北疆地区大暴雨(雪)极为罕见,本文将一日降雨量 > 12.0 mm 均按暴雨统计,一日降雪量 > 12.0 mm 均按暴雪统计,150 mm 均存量

2 极端降水事件的变化特征

2.1 空间分布特征

2.1.1 阈值空间分布 北疆地区极端降雨阈值 总体呈天山山区及北麓较大,古尔班通古特沙漠 西南缘较小的空间分布特征。其中最大阈值为天 池站(24.7 mm),最小为精河站(5.6 mm)。主要 大值区位于昌吉州呼图壁、吉木萨尔、奇台一线, 中心位于吉木萨尔(16.6 mm);伊犁河谷东部也 出现一个相对大值区,极端降雨阈值14.0~ 16.0 mm;低值区位于博州、克拉玛依、和布克赛 尔、福海、布尔津一线,呈带状分布,极端降雨阈值 为 8.0~10.0 mm。北疆地区极端降雪阈值表现 为天山中东部大,古尔班通古特沙漠西—西北缘 小的空间分布特征。其中最大阈值为天池站 (15.7 mm),极小值出现在南北疆气流的通道达 坂城(1.1 mm)。主要大值区位于伊犁河谷东部 地区,极端降雪阈值 8.0~10.0 mm,最大中心值 出现 在 新 源 站 (10.7 mm), 昌 吉 州 东 部 木 垒 (10.7 mm);低值区域位于阿拉山口、精河、克拉 玛依、和布克赛尔、福海一线,不足3 mm。

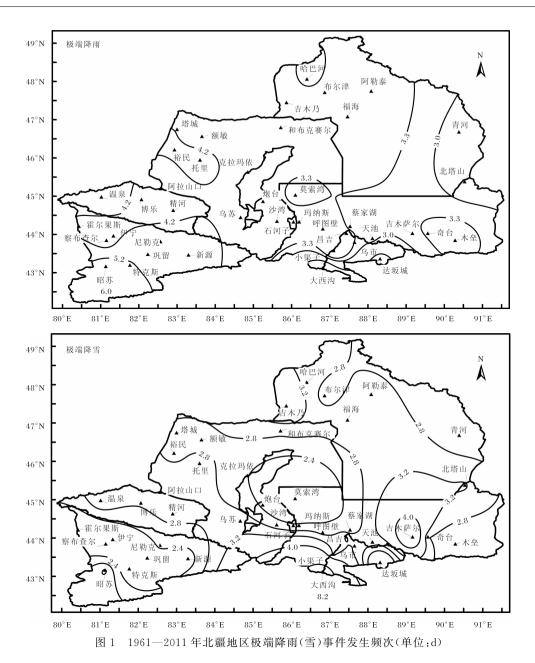
极端降雪与极端降雨阈值的分布总体类似, 但各站点之间的差异明显减小。表明冬半年多为 大尺度系统性天气,影响范围大,降水量差异相对 小;而夏半年多中小尺度对流性天气,降水地域差 异明显增大。通过将极端降水阈值分布与平均降 水量分布对比发现,两者表现出较好的一致性,可见极端降水事件在干旱与半干旱地区对平均降水量的贡献是十分显著的。

2.1.2 极端降雨(雪)空间分布 北疆地区 51 a 极端降雨事件发生频次多年平均为 3.76 d(图 1),其中发生最频繁的区域在伊犁南部及东部,昭 苏、特克斯、新源一带,年均为 5~6 d,中心最大值 为 6.02 d(昭苏站);发生频次最低的区域位于天山中部大西沟、达坂城一带,中心值为 1.35 d(大西沟站)。博州、塔城地区北部年均极端降雨事件 为 4 d;阿勒泰地区大部、北疆沿天山一带以 3 d 居多。北疆地区极端降雪事件发生频次多年平均 为 2.84 d,除天山中部大西沟外,大部地区在 3~4 d。极端降雪事件发生最频繁的区域位于天山中部山区,中心最大值出现在大西沟站(8.18 d),其次是昌吉州中东部吉木萨尔(5.21 d),伊犁州霍尔果斯、察布查尔、巩留、特克斯,石河子西缘莫索湾,达坂城不足 2 d。

2.2 时间变化特征

向率为 0.6~0.8 d/10 a。

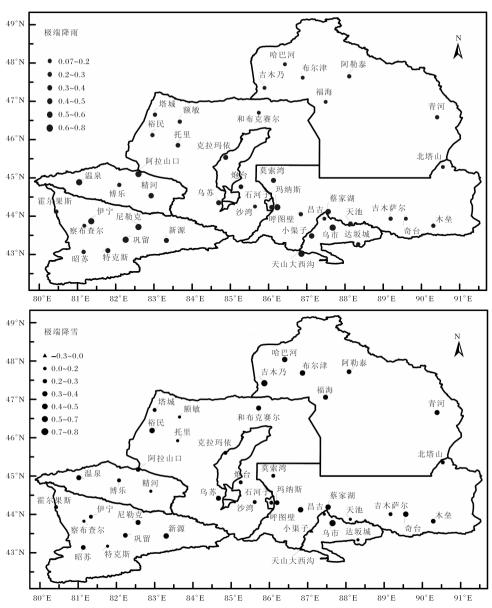
2.2.1 极端降雨(雪)事件时间变化趋势 北疆 地区 51 a 极端降雨事件呈增多趋势(图 2), 且有 40.5%的站通过 $\alpha = 0.05$ 显著性水平检验。大 部分台站极端降雨事件发生频次线性倾向率在 0.1~0.3 d/10 a之间,其中温泉站最大为 0.78 $d/10 a(\alpha=0.001)$,其次为玛纳斯站(0.75 d/10 a)。 极端降雨事件增加较显著的区域主要分布在博 州西北部、伊犁河谷北部和东部、天山山区大西 沟、小渠子、乌鲁木齐市、蔡家湖一线,线性倾向 率为 0.5~0.7 d/10 a。阿勒泰地区、塔城地区 北部、昌吉州东部增多趋势不显著。北疆地区 极端降雪事件仅有2个台站呈不显著减少趋 势,其余各站均呈增多趋势,且有 42.9%的站通 过 0.05 的显著性水平检验。大部分台站极端 降雪 事 件 发 生 频 次 线 性 倾 向 率 为 $0.2 \sim 0.5$ d/10 a,其中乌鲁木齐市最大为 0.78 d/10 a,其 次为阿勒泰地区吉木乃站(0.72 d/10 a)。极端 降雪事件增加较明显的区域主要位于阿勒泰西 北部哈巴河、布尔津、吉木乃,伊犁州东部新源, 天山北坡呼图壁、蔡家湖、乌鲁木齐市,线性倾



2.2.2 极端降雨(雪)量时间变化趋势 北疆地区极端降雨量总体表现为增大趋势,只有吉木乃、塔城、和布克赛尔3站呈不显著减少。其中,极端降雨量线性倾向率最大为天山中部小渠子(16.3 mm/10 a),其次为乌鲁木齐(15.4 mm/10 a),尼勒克(15.2 mm/10 a)居第三。极端降雪量除小渠子减少趋势(一6.4 mm/10 a)不显著外,其余各站均为增多趋势,其中线性倾向率最大为乌鲁木齐(10.2 mm/10 a),其次为新源(9.0 mm/10 a)。对比分析发现,极端降水事件发生频次显著增多的台站极端降水量也均

为显著增多趋势,两者表现出非常好的一致性。 另外,托里、特克斯极端降雨事件,阿勒泰、巩留 极端降雪事件增加并不显著,但极端降雨(雪) 量却呈现显著增多趋势,可见极端降水事件的 强度在部分区域有所增强。

2.2.3 极端降水事件年代际变化 1961—2011 年极端降水事件的年代际变化(表 1)表明:大部分站极端降水事件发生最频繁的年代主要集中在2000年代,1990年代次之,北疆西北部1970年代最少,北疆沿天山一带1960年代最少。可见,极端降水事件虽是小概率事件,但仍存在区域上的



1961-2011 年北疆地区极端降雨(雪)事件发生频次线性倾向率(单位:d/10 a)

d

表 1 1961-2011 年北疆地区极端降水事件年代际变化

站名	1960 年代		1970 年代		1980 年代		1990 年代		2000 年代	
	极端雨日	极端雪日								
阿勒泰	3. 4	2.5	2.6	3.0	3. 7	2.5	4.5	2.3	4.2	4.0
塔城	3.8	3. 1	3.9	2.1	4.3	2.5	4.4	3.0	4.7	3.3
博乐	4.0	2.1	2.7	2.9	5.3	3. 2	3.0	3.1	4.8	3.0
克拉玛依	3.0	2.3	3.4	1.7	4.5	2.4	3.8	3.2	5.0	2.4
伊宁	3.4	1.6	3.1	1.5	3.4	2.5	4.1	2.2	6.1	2.1
石河子	2.8	2.3	3.3	2.5	3.6	1.9	4.1	2.1	4.0	3.5
昌吉	3.1	3. 1	3.3	3.5	4.5	2.5	4.7	4.3	2.5	2.6
乌鲁木齐	1.9	1.3	2.8	1.7	3.5	4.3	3.6	4.8	4.4	3.8
大西沟	0.5	8.5	0.4	7.4	0.4	8.3	2.3	9.6	3.0	7.5
天池	2.4	2.6	2.8	2.7	3.1	3.5	2.8	2.8	4.3	3.1

一致性,足见大的环流背景对极端降水事件的孕育和发生起着决定性作用。以阿勒泰、伊宁、乌鲁木齐分别作为北疆北部地区、西部地区、沿天山一带的代表站进行分析。阿勒泰极端降雨事件发生频次 1990 年代最多(4.5 d),2000 年代次之(4.2 d),1970 年代最少(2.6 d);极端降雪事件发生频次 2000 年代最少(2.6 d);极端降雪事件发生频次 2000 年代最少(2.3 d)。伊宁、乌鲁木齐极端降雨事件基本为一致增多趋势;伊宁极端降雪事件 1980 年代最多(2.5 d),1970 年代最少(1.5 d),年代际差异较小;乌鲁木齐极端降雪事件在 1960—1990 年代间呈快速增多趋势,1990年代(4.8 d)是 1960 年代(1.3 d)的 3.7 倍,2000年之后略有减少。

4 暴雨(雪)变化特征

4.1 空间分布特征

近51 a 北疆暴雨发生频次年平均为 0.45 d (图略),其中最多的区域在天山区中部的天池 (3.29 d)、小渠子(2.06 d),伊犁河谷东南部昭 苏、特克斯、新源一带;博州阿拉山口发生频次最少(0.02 d),其次是精河(0.04 d)。阿勒泰地区大部、塔城地区、北疆沿天山一带多在 0.1~0.25 d 之间。北疆地区暴雪发生频次年平均为 0.82 d,其中最多的区域仍在天山山区中部的大西沟(6.45 d)、天池(4.37 d)、小渠子(3.78 d),其次为伊犁河谷东部、昌吉州东部地区;最小值多出现在风区或风口地区,和布克赛尔、克拉玛依、精河、达坂城(均为 0.02 d)。

4.2 时间变化特征

北疆大部分区域暴雨呈增多趋势(图 3),且有 10 站通过 0.05 的显著性水平检验。其中暴雨发生频次线性倾向率最大为天池站(0.38 d/10 a),其次为乌鲁木齐站 0.20 d/10 a($\alpha=0.01$);北疆大部分区域暴雪呈增多趋势,其中新源增多最明显(0.40 d/10 a),其次是乌鲁木齐(0.38 d/10 a)。

5 小结

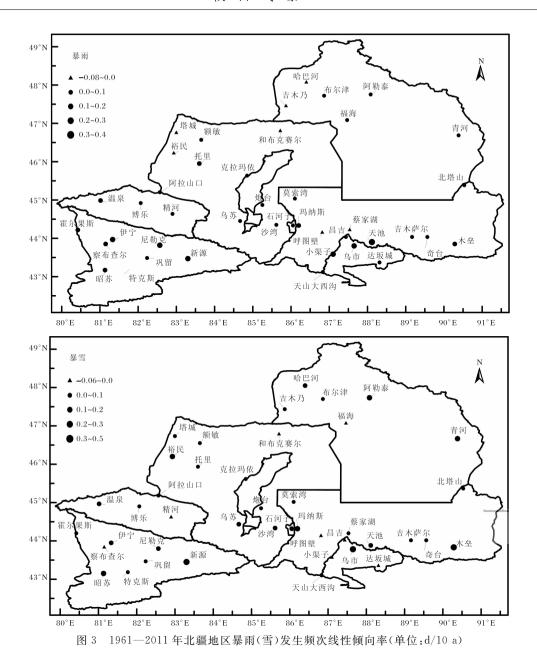
(1)北疆地区 1961—2011 年极端降雪与极端降雨阈值的分布总体类似,极端降雨(雪)阈值天山山区及北麓(中东部)较大,古尔班通古特沙漠

西南缘(西一西北缘)较小。

- (2)北疆地区 1961—2011 年平均极端降雨事件为 3.76 d,发生频次最多的区域在伊犁河谷东南部新源、昭苏、特克斯一带;平均极端降雪事件为 2.84 d,发生频次最多的区域在天山中部山区,中心在大西沟站。
- (3)北疆地区极端降水(降雨、降雪)事件及极端降水量总体表现为增多趋势,且极端降水量比极端降水发生频次增加更显著,说明在部分区域极端降水的强度显著增强了。
- (4)北疆地区暴雨、暴雪发生频次多年平均分别为 0.45 d和 0.82 d,天山区中部出现最多,80%以上的台站呈增多趋势。
- (5)北疆大部分站极端降水事件发生频次 2000年代最多,1990年代次之。北疆北部西部以 1970年代为最少,北疆沿天山一带以 1960年代 为最少。极端降水事件虽是小概率事件,但仍存 在区域上的一致性,足见大的环流背景对极端降 水事件的孕育和发生起着决定性作用。

参考文献:

- [1] Groisman P, Karl T R, Easterling D, et al. Changes in the probability of extreme precipitation: important indicators of climate change [J]. Climatic Change, 1999, 42(1): 243-283.
- [2] Karl T R, Knight R W, Plummer N. Trends in high frequency climate variability in the twentieth century[J]. Nature, 1995, 377(6546):217-220.
- [3] 翟盘茂,王萃萃,李威.极端降水事件变化的观测研究[J].气候变化研究进展,2007,3(3):144-148.
- [4] 杨金虎,江志红,杨启国,等.中国西北汛期极端降水事件分析[J].中国沙漠,2007,27(2):320-325.
- [5] 苏布达,姜彤,任国玉,等.长江流域1960—2004年 极端强降水时空变化趋势[J].气候变化研究与进 展,2006,2(1):9-14.
- [6] 张爱英,高霞,任国玉. 华北中部近 45 a 极端强降水事件变化特征[J]. 干旱气象,2008,26(4):46-50.
- [7] 余卫东,柳俊高,常军,等.1957—2005 年河南省降水和温度极端事件变化[J].气候变化研究进展,2008,4(2):78-83.



- [8] 李静睿,李定安,刘佩佩,等.安康市近 45 年汛期降 水变化特征分析[J].陕西气象,2015(6):10-13.
- [9] 侯建忠,权卫民,潘留杰,等.青藏高原东北侧地区 暴雨特征分析[J].陕西气象,2014(2):1-5.
- [10] 胡汝骥,樊自立,王亚俊,等.近 50 年新疆气候变化对环境影响评估[J].干旱区地理,2001,24(2):42-46.
- [11] 杨莲梅.新疆极端降水的气候变化[J].地理学报,2003,58(4):577-583.
- [12] 辛渝,崔彩霞,张广兴,等.博州不同级别降水及极端降水事件的时空变化[J].中国沙漠,2008,28 (2):362-369.
- [13] 潘晓华,翟盘茂. 极端气候值的选取与分析[J]. 气象,2002,28(18):28-31.
- [14] 魏凤英.现代气候统计诊断与预测技术[M].北京:气象出版社,2007:106-112.
- [15] 肖开提·多莱特.新疆降水量级标准的划分[J]. 新疆气象,2005,28(3),7-8.