

1967—2017年新疆降水分配时空特征研究

柳宏斌^{1,2}, 连帅明^{1,2}, 白悦莹^{1,2}, 景云云^{1,2}, 许仲林^{1,2*}

(1. 新疆大学地理科学学院, 新疆乌鲁木齐 830046; 2. 新疆大学绿洲生态教育部重点实验室, 新疆乌鲁木齐 830046)

摘要 利用新疆全域50个站1967—2017年逐日降水资料, 通过对降水集中度与集中期的计算, 分析新疆降水年内分配的不均匀性。结果表明, 研究时段内北疆多年平均降水日数大于50 d, 西部、北部山区可达90 d, 南疆仅西部、北部沿天山地区达30~50 d, 南疆其余区域及东疆均小于20 d; 新疆降水量呈现增加趋势, 降水日数及降水强度均有所增加; 降水变异系数与多年平均降水量呈负相关, 即降水越多的区域, 年际差异越小, 全疆降水变异系数在0.20~0.65, 呈由北向南递增态势; 全疆降水集中度在0.17~0.78, 自北向南增大, 降水分配趋于集中, 且研究时段内降水集中度以0.011/10 a速度降低; 全疆降水集中期在6月中旬至8月初, 自西南向东北推迟, 南疆最先进入集中降水期; 在典型年中, 南北疆的变化以降水强度为主, 东疆以降水日数变化为主; 新疆降水存在显著周期, 现在阶段处于25~32年的降水偏少周期, 且处于降水集中度由低向高转变的交替过程中。

关键词 降水量; 降水强度; 降水集中度; 降水集中期; 时空特征

中图分类号 S161.6 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2023)03-0213-08

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2023.03.049



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Study on Temporal and Spatial Characteristics of Precipitation Distribution in Xinjiang from 1967 to 2017

LIU Hong-bin^{1,2}, LIAN Shuai-ming^{1,2}, BAI Yue-ying^{1,2} et al (1. College of Geographical Science, Xinjiang University, Urumqi, Xinjiang 830046; 2. Xinjiang Key Laboratory of Oasis Ecology, Xinjiang University, Urumqi, Xinjiang 830046)

Abstract Based on the daily precipitation data of 50 stations in Xinjiang from 1967 to 2017, the heterogeneity of precipitation distribution in Xinjiang was analyzed by calculating the precipitation-concentration degree (PCD) and precipitation-concentration period (PCP). The results showed that the multi-year average number of precipitation days during the study period was greater than 50 days in northern Xinjiang and up to 90 days in the western and northern mountainous areas of northern Xinjiang. Only the western and northern areas along the Tianshan Mountains in southern Xinjiang reach 30–50 days, while the rest of southern Xinjiang and eastern Xinjiang were less than 20 days. Precipitation in Xinjiang showed an increasing trend, with an increase in the number of precipitation days and average precipitation intensity. The variation coefficient of precipitation was negatively correlated with the multi-year average precipitation, which meant that regions with more precipitation had less inter-annual variation. The variation coefficient of precipitation in Xinjiang was 0.20–0.65, with an increasing trend from north to south. The precipitation-concentration degree in Xinjiang was 0.17–0.78, increasing from north to south, and the precipitation distribution tended to be centralized. During the study period, the precipitation-concentration degree decreased at a rate of 0.011/10 a. The precipitation-concentration period in Xinjiang was from mid-June to early August, delayed from southwest to northeast, with southern Xinjiang being the first to enter the period of concentrated precipitation. In a typical year, the changes in southern and northern Xinjiang were dominated by changes in precipitation intensity and in eastern Xinjiang by changes in precipitation days. There were significant cycles of precipitation in Xinjiang, and the present stage was in a 25–32 a cycle of low precipitation and in the process of alternating from low to high precipitation concentrations.

Key words Precipitation; Precipitation intensity; Precipitation-concentration degree (PCD); Precipitation-concentration period (PCP); Temporal and spatial characteristics

降水的分配对于水资源利用、作物生长及生产生活具有重要意义。针对降水的时空分布问题, 国内外已有许多学者进行了研究。国外研究多采用降水集中指数 (precipitation concentration index, PCI)^[1-3]、基尼系数 (Gini index, GI)^[4-5] 等方法进行集中降水分布的研究。如 Cortesi 等^[6] 采用日降水集中指数对欧洲 1971—2010 年 530 个日降水序列进行分析, 结果发现, 年度及季节性日降水最大值出现在地中海西部沿西班牙及法国海岸线, 纬度及离海距离似乎对降水集中指数的空间分布起着主要作用。Monjo 等^[7] 采用了基尼系数 (GI)、降水集中指数 (PCI)、泰尔指数 (Theil index) 等方法对一组世界降水序列进行降水集中度评估, 并对各指数的结果进行对比, 发现几个指数间有很强的联系, 并呈现出相同的高、低集中降水相对区域。国内学者如杨若子等^[8] 对华北地区降水气候特征进行了分析, 发现研究时段中研究区因夏季

降水的减少而导致年降水量减少, 且降水强度呈增大趋势, 降水时间更加集中; 商沙沙等^[9] 利用西北地区气象台站的逐月气温和降水资料, 对西北地区气温及降水的时空变化特征进行了研究, 发现西北地区的气温及降水呈现波动上升趋势, 年平均气温增加集中于准格尔盆地及天山西南部, 降水增加在河西走廊东部地区较为显著。

新疆深居欧亚大陆腹地, 远离海洋, 气候干燥, 是气候变化的敏感区。全年降水少且多集中于夏季, 强降水多发生于 6—8 月。对新疆降水的研究集中于降水的时空分布特征^[10-13] 以及降水的水汽来源^[14-19]、输送过程^[20]、动力机理和环流背景^[21-23] 等方面。如张强等^[24] 采用 Copula 非参数估计方法分析了新疆极端降水概率的时空分布特征, 发现北疆较南疆湿润, 且发生极端降水的概率较大, 在同年中发生长历时降水的概率山区较平原大, 发生强度较大的降水事件概率天山南坡大于其他地区; 刘海军等^[25] 结合新疆 65 个气象站点日降水数据, 采用连续、分类验证统计方法对 RFE2.0 遥感数据在新疆的适用性进行了评价, 并实例验证了 RFE2.0 在新疆的可靠性。相关研究加深了对于新

基金项目 新疆维吾尔自治区高校科研计划项目 (XJEDU2020Y008)。

作者简介 柳宏斌 (1997—), 男, 新疆石河子人, 硕士研究生, 研究方向: 自然地理。* 通信作者, 教授, 博士, 硕士生导师, 从事 GIS 与数学建模方面的工作。

收稿日期 2022-03-25

疆降水时空特征的理解,但对新疆降水年内分配的研究鲜见报道。该研究对新疆 50 个站点 1967—2017 年降水年内分配格局、降水集中度、集中期的变化规律,以及降水日数、降水强度等相关指标进行分析,以期探讨区域降水分配特征提供参考。

1 资料与方法

1.1 研究区概况 新疆维吾尔自治区(73°40′~96°18′E,34°25′~48°10′N)位于我国西北边疆,面积 166 万 km²,全区边境多山,山脉与盆地相间排列。北部为阿尔泰山,南部为昆仑

山,天山山脉横贯其中,将新疆分为南北两部,因此地形整体呈现“三山夹两盆”分布。本区远离海洋,深居内陆,大陆性气候明显,气温变化剧烈,日照充足,降水稀少,各地降水量差异大。

1.2 数据来源 该研究所使用的降水资料为 1967—2017 年逐日降水(以 24 h 降水计)观测资料,来源于中国气象数据网(<http://data.cma.cn>),进行数据质量分析,并对缺失值进行插补,剔除连续缺失数据的站点,最终保留 50 个站点(图 1)。

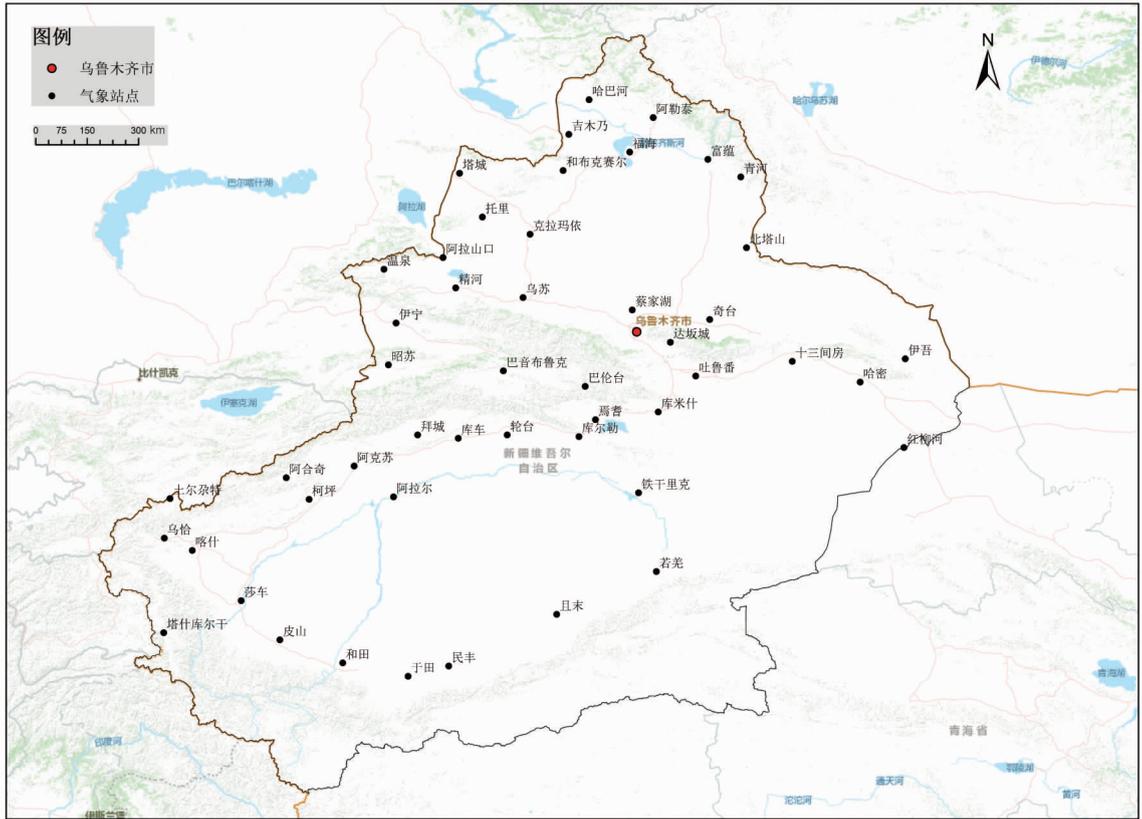


图 1 研究区气象站点分布

Fig. 1 Distribution of meteorological stations in the study area

1.3 研究方法

1.3.1 降水集中度及降水集中期。该研究基于张录军等^[26-27]定义的集中度与集中期对降水情况进行测算。降水集中度(PCD)与降水集中期(PCP)是将地区一年的降水分配在圆周($-\pi \sim \pi$)上,并将各期降水看作向量,将降水所属的时间看作向量的方向,其数学表达如下:

$$PCD = \frac{\sqrt{R_{xi}^2 + R_{yi}^2}}{R_i} \quad (1)$$

$$PCP = \arctan\left(\frac{R_{xi}}{R_{yi}}\right) \quad (2)$$

$$R_{xi} = \sum_{j=1}^n (r_{ij} \sin \theta_j) \quad (3)$$

$$R_{yi} = \sum_{j=1}^n (r_{ij} \cos \theta_j) \quad (4)$$

式中, R_i 为第*i*年的降水总量,*i*为研究年份;*j*为时序,该研究中为日序; r_{ij} 为第*i*年第*j*天的降水量; θ_j 为第*j*天所对应的方位角。PCD取值在0~1,越接近0则集中度越小,即降

水分布越均匀;越接近于1则集中度越大,即降水分布越集中。PCP为合成后的方位角,反映出降水量最大值出现的时段^[28]。

1.3.2 插值及面状降水量评估方法。克里金插值法相较于其他插值方法具有更多优势,不仅提高了插值精度,也在一定程度上降低了由于采样不均匀所产生的误差^[29-30]。因此,该研究选择克里金法对降水量、降水集中度(PCD)、降水集中期(PCP)、变异系数等进行空间插值。

为了避免数据叠加造成面状区域降水估算过程中数据空间特征缺失,采用泰森多边形法对区域降水量进行估算^[31]。泰森多边形能保证在每个多边形内重心附近有一个站点,通过多边形面积对站点赋权,计算所形成面域的总体降水量。同时,依据行政区划采用泰森多边形法划定该研究的东疆、南疆、北疆分区(图 2),并对分区降水进行估算。

此外,该研究采用变异系数对研究区降水变异性进行测

度,采用相关系数及线性趋势法对研究区内年降水分配进行 测度。

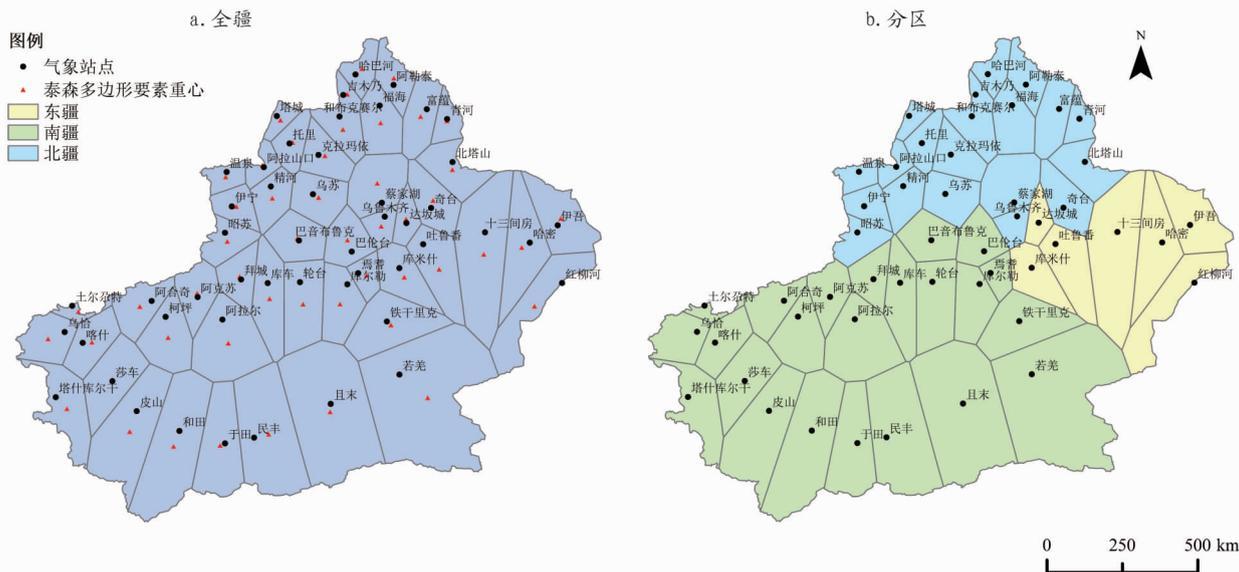


图 2 基于泰森多边形的研究分区划定

Fig.2 Delineation of the study area based on Tyson polygons

2 结果与分析

2.1 降水特征分析

2.1.1 降水频次分析。从多年平均降水日数(图 3a)来看,新疆降水日数空间上整体呈现从南向北递增的趋势。南疆塔克拉玛干沙漠降水日数在 20 d 以下,其西部及北部沿天山一带降水日数为 30~50 d;东疆多年平均降水日数在 18 d 左右,其中吐鲁番为全疆最低值,仅为 13 d;北疆沿天山一带降

水日数达 50 d 以上,北疆北部及西部为降水日数高值区,普遍达到 90 d,其中昭苏县年降水日数达 140 d,为全疆降水最频繁的地区。对全疆降水日数进行线性趋势分析,发现新疆降水日数呈现增加趋势,倾向率为 1.6 d/10 a;其中,北疆与南疆降水日数增幅分别为 1.8、1.9 d/10 a,而东疆降水日数没有明显变化。

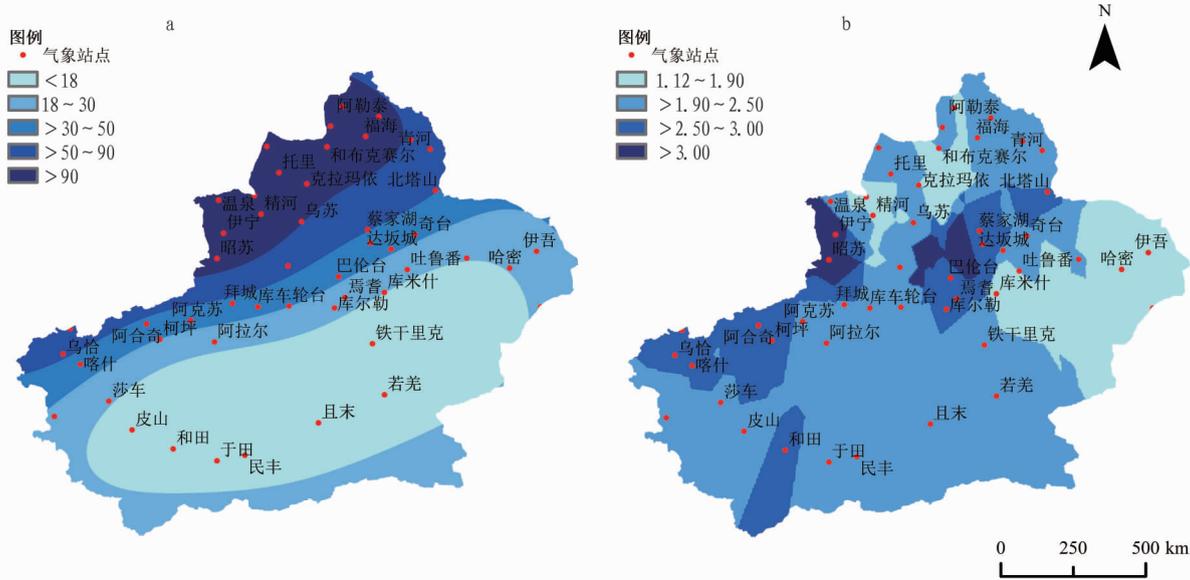


图 3 新疆多年平均降水日数 (a,d) 和平均降水强度 (b,mm/d)

Fig.3 Multi-year average number of precipitation days (a,d) and average precipitation intensity (b,mm/d) in Xinjiang

从多年平均降水强度(图 3b)来看,全疆呈现大部低、局部高的分布态势。南疆整体偏低,平均降水强度在 2.5 mm/d 以下,仅西北部地区及塔克拉玛干沙漠北缘部分地区可达到 2.5 mm/d 以上;东疆整体较低,仅为 1.3 mm/d 左右,吐鲁番

为全疆最低(1.1 mm/d);北疆沿天山及阿尔泰山一带平均降水强度较大,最大值为伊犁州昭苏县,达 3.6 mm/d 以上。在研究时段内全疆平均降水强度呈现显著增加态势(图 4a),倾向率为 0.075 mm/(d·10 a)。其中,增幅最大的为北

疆(图4b),倾向率为 $0.103 \text{ mm}/(\text{d}\cdot 10 \text{ a})$;其次为南疆(图4c),倾向率为 $0.077 \text{ mm}/(\text{d}\cdot 10 \text{ a})$;东疆的增幅最小(图

4d),仅为 $0.033 \text{ mm}/(\text{d}\cdot 10 \text{ a})$ 。

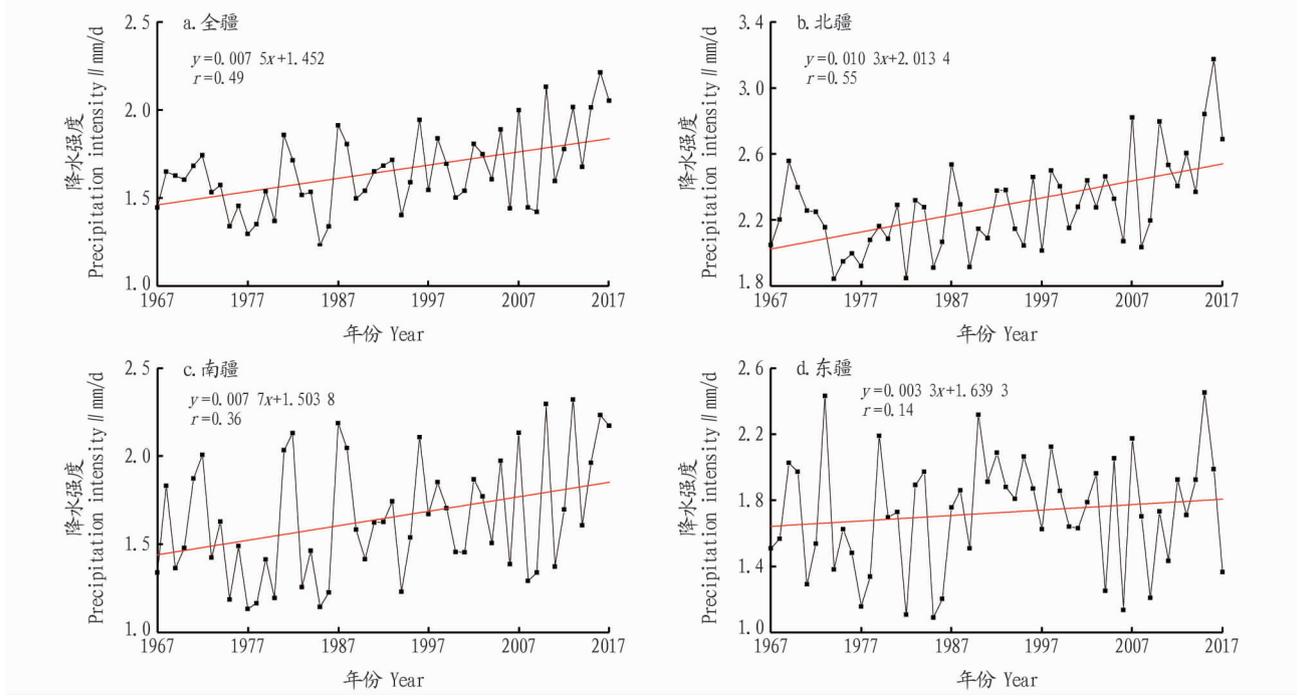


图4 1967—2017年全疆及分区降水强度

Fig. 4 Precipitation intensity across the territory and sub-regions of Xinjiang from 1967 to 2017

2.1.2 降水变异性及周期分析。降水变异系数可以反映出—一个区域是否具有稳定的降水,系数越小表明该区域降水量波动越小、稳定。从图5可以看出,全疆降水变异系数在 $0.20\sim 0.65$,整体呈现从南向北递减的态势。北疆变异系数在 $0.20\sim 0.35$;天山北麓及伊犁地区、阿勒泰山区相较于北疆其他地区变异系数较小,整体降水稳定;南疆变异系数在 $0.35\sim 0.65$,呈现由塔克拉玛干沙漠以北向南逐渐增加的趋势,在于田县、若羌县达到最大值,表明南疆降水量并不稳定,波动较大;东疆变异系数在 $0.35\sim 0.55$,呈现从东向西增加的趋势,吐鲁番变异系数达 0.55 ,为东疆最大值。对站点多年平均降水量及变异系数进行相关分析,结果显示相关系

数(r)为 $-0.764 (P<0.01)$,表明多年平均降水量越高,年际变异性越小,反之,多年平均降水量越少,降水量的年际差异越大。

为了探究研究时段内研究区降水的变化是否具有周期性,对基于泰森多边形的新疆降水量进行小波分析^[32-34]。从小波实部图(图6a)及方差(图6d)来看,在研究时段内,新疆降水量存在 $3\sim 5$ 、 $7\sim 12$ 、 $13\sim 17$ 、 $22\sim 32$ 年的4类尺度变化周期,呈现明显的大尺度周期背景下的多个小周期叠加的态势,局部化特征明显,并且在 $22\sim 32$ 年的尺度上最为显著。小波系数模(图6b)及模方(图6c)显示,在研究时段内, $25\sim 32$ 年时间尺度的模值较大,主要集中于1967—1976、2006—2017年,表明在该时间段内降水的周期性较强,并且在1967—1976年周期变化趋于减弱,2006—2017年处于周期性增强阶段。

2.1.3 典型年合成分析。合成分析可以更加清晰地反映典型年降水的空间分布及降水特征。从图7可以看出,降水高值年中,南北疆降水量均呈现整体少、局部多的空间特征,均为山区降水量较平原及盆地多;降水低值年北疆西部、南疆西部降水量较多。北疆西部、北疆及南疆沿天山一带部分地区典型年降水量较其他区域丰富,而东疆及南疆塔克拉玛干沙漠以南地区典型年降水量较少。

考察典型年降水量在不同区域之间的差异性,结果发现(表1),降水高值年全疆降水量相较于常规年增加 47.79% ,南疆增幅最高,达 58.99% ;北疆次之,为 43.96% ;东疆增幅最小,仅为 9.25% 。但在降水低值年,北疆降幅为 29.07% ;东疆和南疆降幅分别为 34.15% 和 35.39% 。从降水日数来

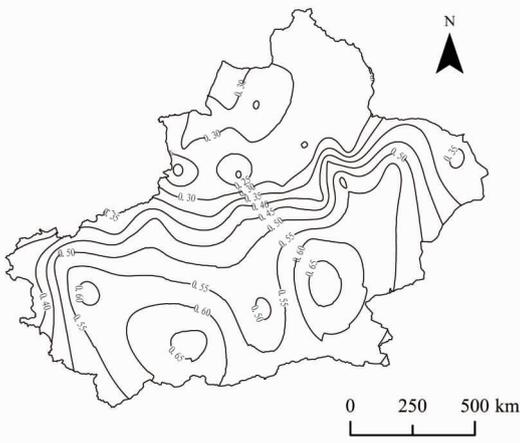
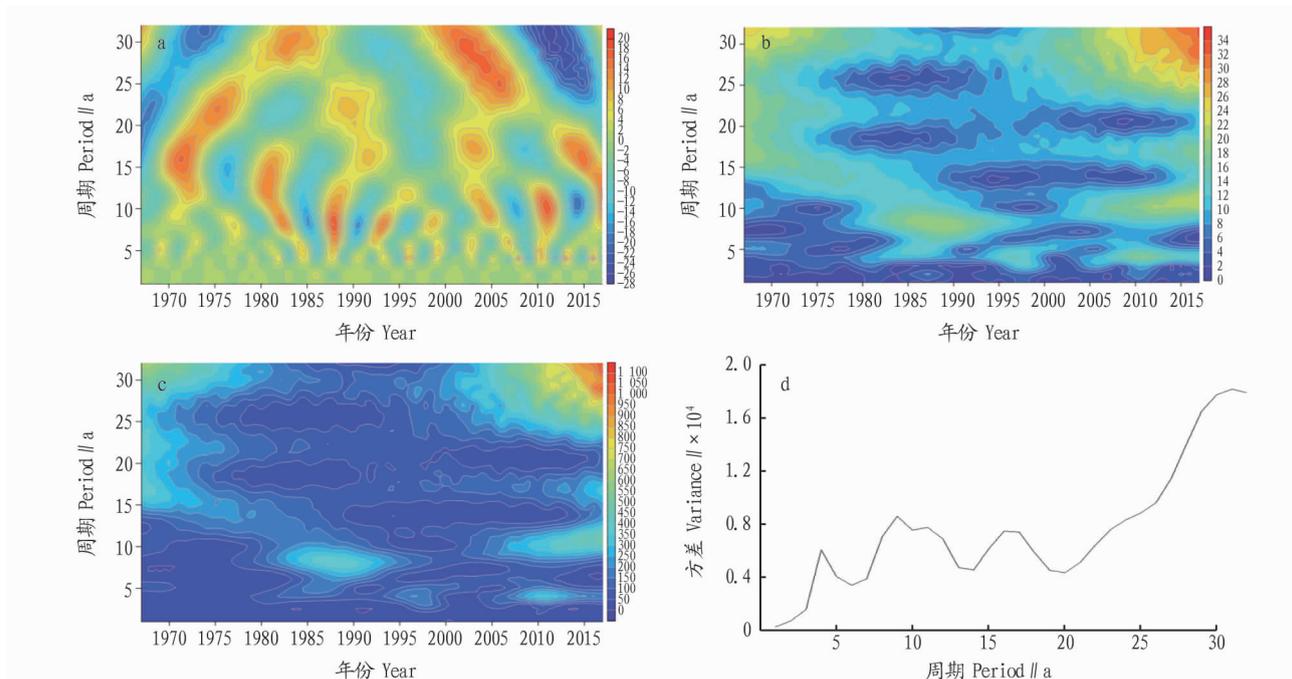


图5 1967—2017年新疆降水变异系数空间分布

Fig. 5 Spatial distribution of the variation coefficient of precipitation in Xinjiang from 1967 to 2017

看,不论高、低值年全疆降水日数变化幅度在 20% (10 d) 左右,南、北疆降水日数变化幅度也在 20% 左右;在降水高值年,东疆降水日数增加并不显著,增幅仅为 5.31%,但在低值年降水日数下降达 21.64%。从降水强度来看,相较于常规年,高值年全疆降水强度增幅达 26.83%,其中南疆增幅最大,达 33.73%,其次为北疆 (24.67%),东疆最小,增幅仅为

5.17%;在降水低值年,南疆降水强度降幅达 16.57%,为全疆最高;东疆降幅为 16.09%,北疆降幅为 12.78%。整体而言,在高值年,南北疆降水强度的变化较为明显,而在低值年,降水日数的变化更为明显。东疆无论在高值年还是低值年,降水日数的变化相对较为明显。



注:a.小波实部;b.小波系数模;c.小波系数模方;d.小波方差。

Note: a. Real part of wavelet; b. Wavelet coefficient modules; c. Modular square of wavelet coefficients; D. Wavelet variance.

图 6 1967—2017 年新疆降水量小波分析

Fig. 6 Wavelet analysis of precipitation in Xinjiang from 1967 to 2017

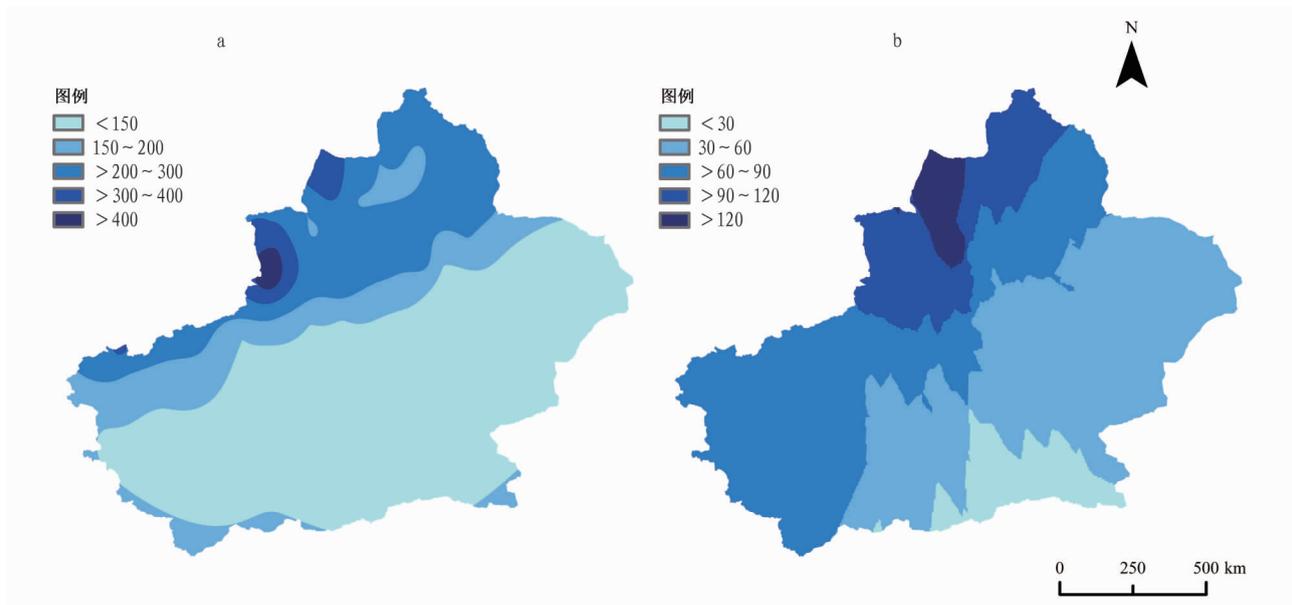


图 7 1967—2017 年新疆降水高值年 (a) 和降水低值年 (b) 降水量空间分布 (单位:mm)

Fig. 7 Spatial distribution of precipitation in years of high precipitation (a) and low precipitation (b) in Xinjiang from 1967 to 2017

2.2 降水集中度与集中期特征分析

2.2.1 集中度和集中期的时空分布。对新疆多年平均降水

集中度和集中期进行插值,得到集中度和集中期的空间分布 (图 8)。从图 8a 可以看出,全疆的降水集中度总体在 0.17~

0.78,并呈现由南疆到北疆递减的趋势,表明降水的年内分配由南疆向北疆逐渐趋于均匀;南疆大部集中度在0.54以上,塔克拉玛干沙漠周边及山区降水集中度有明显降低,表明南疆整体降水较为集中;北疆降水集中度在0.54以下,自南向北递减,在阿勒泰地区降至最低值,即北疆降水分配相对较为均匀。从集中期的分布(图8b)来看,全疆的降水集中期中从西南方向向东北方逐渐推迟;其中南疆降水集中期中主要在6月下旬至7月上旬,东疆集中在7月上旬到中旬;北疆除伊犁外集中在7月至8月上旬,伊犁则集中于6月底,相较于北疆其他地区较早。

研究时段内新疆的降水集中度呈现明显的波动状态,振荡范围为0.20~0.60。其中,1981、2007、2013年为高值年,集中度均大于0.55,表明这3年的降水集中于年内某个时段;2006、2009、2010年为集中度的低值年,均小于0.30,表明期间降水均匀分布于年内各时段。在研究期内,有30年的集中度在 $>0.40\sim 0.50$,占研究时段的58.82%;集中度在 $0.20\sim 0.30$ 、 $>0.30\sim 0.40$ 、 $>0.50\sim 0.60$ 分别有3、9、9年,占比分别为5.88%、17.65%、17.65%。 $>0.30\sim 0.60$ 为集中度的主要分布区间,说明新疆降水具有明显的季节性。结合降水集中

度的线性拟合趋势来看,新疆降水的集中度呈降低趋势,降幅约为 $0.011/10\text{ a}$,表明降水在时间分布上趋于均匀化。

表1 全疆及分区降水典型年与常规年降水特征

Table 1 Typical and conventional annual precipitation characteristics of precipitation across the territory and sub-region

区域 Area	典型年 Typical year	降水日数 Precipitation days//d	降水量 Precipitation mm	降水强度 Precipitation intensity mm/d
全疆 Whole Xinjiang	高值年	66.68	138.92	2.08
	低值年	44.67	63.59	1.39
	常规年	57.15	94.00	1.64
北疆 Northern Xinjiang	高值年	100.67	284.07	2.83
	低值年	70.84	139.97	1.98
	常规年	86.61	197.33	2.27
南疆 Southern Xinjiang	高值年	48.61	109.88	2.26
	低值年	31.66	44.65	1.41
	常规年	40.55	69.11	1.69
东疆 Eastern Xinjiang	高值年	28.95	52.81	1.83
	低值年	21.54	31.83	1.46
	常规年	27.49	48.34	1.74

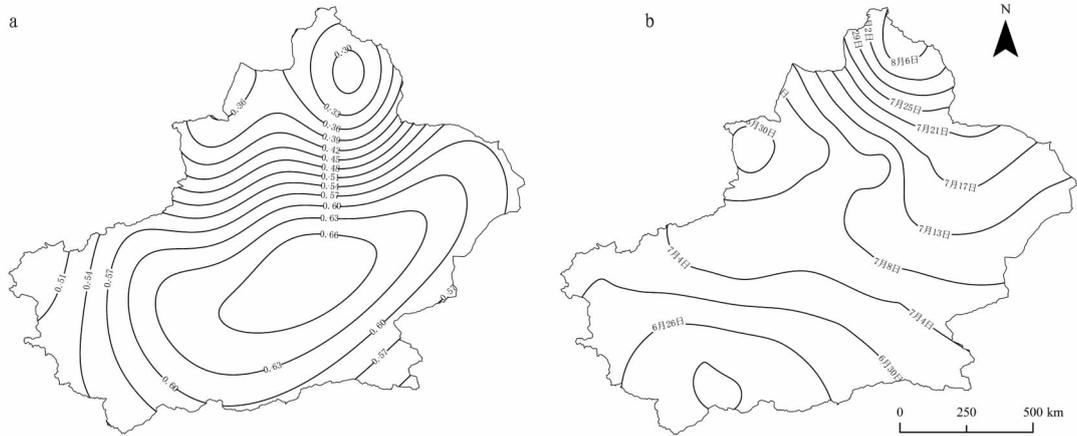


图8 1967—2017年新疆降水集中度(a)和降水集中期(b)的空间分布

Fig. 8 Spatial distribution of precipitation-concentration degree (a) and precipitation-concentration period (b) in Xinjiang from 1967 to 2017

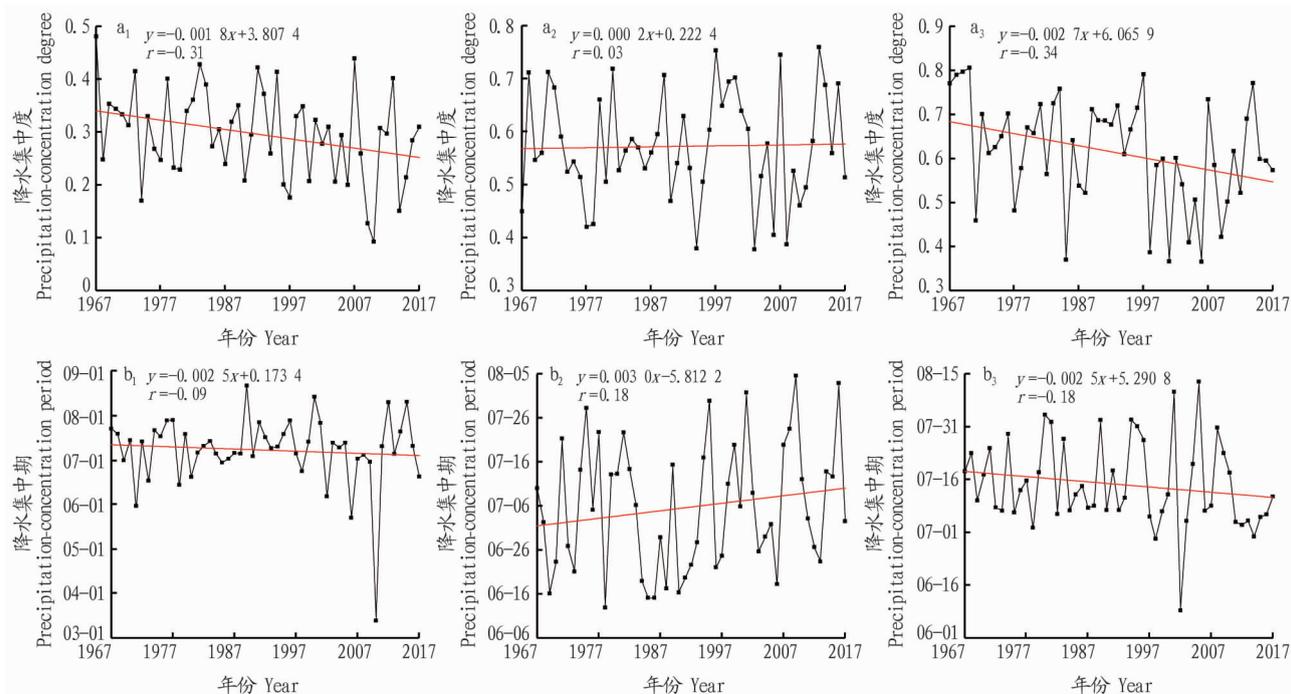
研究时段内新疆降水的集中期也呈现明显的波动变化,波动范围在6月中旬到7月底。就不同时期而言,1978、2006年降水集中期在6月中旬左右,为研究时段内最早的年份;1975、1977、1989、1995、2001、2009、2016年的降水集中期均在7月下旬。总体而言,研究时段内集中降水期在6月的年份为13年,其中在6月上旬的为2年,占研究时段的3.92%,在6月下旬的有11年,占研究时段的21.57%;集中期在7月有38年,其中在7月上旬的有17年,占研究时段的33.33%,在7月中旬的有13年,占研究时段的25.49%,在7月下旬的有8年,占研究时段的15.69%。因此,新疆降水较为集中时段为7月上、中旬。从变化趋势来看,在研究时段内新疆的降水集中期并没有显著的变化,即集中降水期没有显著的提前或延后。

分区域来看,东疆、南疆及北疆在降水集中度和集中期的年际变化差异较大(图9)。从集中度变化来看,3个区域

的波动幅度均在0.40左右,北疆及东疆呈现降低态势,降水的年内分配趋于平均,集中度倾向率分别为 $-0.018/10\text{ a}$ 、 $-0.027/10\text{ a}$;南疆降水集中度则没有明显变化。从集中期变化来看,北疆及东疆呈现提前趋势,倾向率均为 $-0.025\text{ d}/10\text{ a}$;南疆降水集中期呈推迟态势,倾向率为 $0.030\text{ d}/10\text{ a}$ 。综合来看,北疆降水趋于均匀,降水集中期有提前趋势;南疆降水集中程度变化不大,但降水集中期有推迟趋势;东疆降水年内分配趋于均匀,降水集中期提前。

2.2.2 集中度与集中期周期分析。为进一步研究新疆降水集中度和降水集中期的变化态势,对集中度和集中期进行小波分析。从降水集中度来看(图10),在研究时段内主要呈现4~8、7~13、11~20、25~32年的时间尺度周期;在1967—1983年以11~20年的短周期为主,1996年以后则以8~13年的短周期为主,并在研究时段内呈现显著的短周期缩减状态。结合降水集中度的小波系数模(图10b)及模方(图10c)

来看,研究时段内 7~13、15~20、25~32 年时间尺度的周期变化明显,周期性较强,其中以 25~32 年周期最为显著,分布于整个研究时段内,呈现显著的高低交替形态。

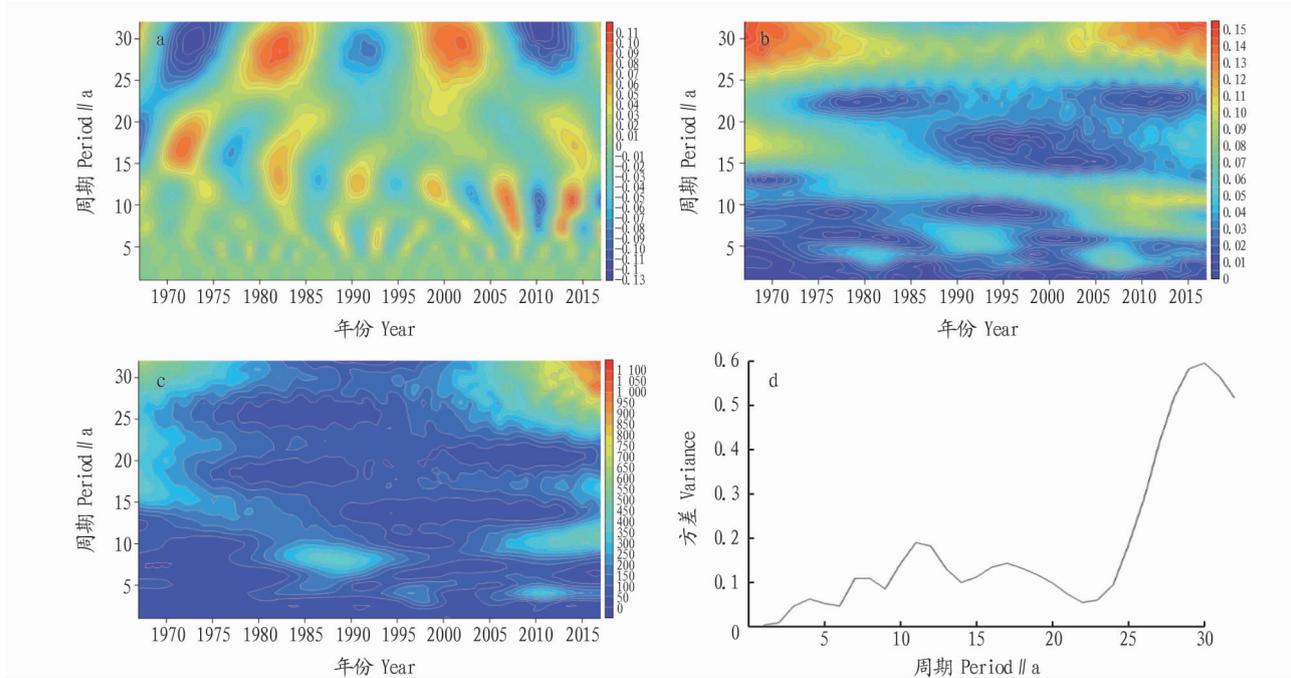


注:a₁、b₁ 为北疆;a₂、b₂ 为南疆;a₃、b₃ 为东疆。

Note: a₁ and b₁ were northern Xinjiang; a₂ and b₂ were southern Xinjiang; a₃ and b₃ were eastern Xinjiang.

图 9 1967—2017 年分区降水集中度 (a) 和降水集中期 (b) 的时间变化

Fig. 9 Temporal variation of precipitation-concentration degree (a) and precipitation-concentration period (b) in the sub-region from 1967 to 2017



注:a. 小波实部;b. 小波系数数模;c. 小波系数数模方;d. 小波方差。

Note: a. Real part of wavelet; b. Wavelet coefficient modules; c. Modular square of wavelet coefficients; D. Wavelet variance.

图 10 1967—2017 年新疆降水集中度小波分析

Fig. 10 Wavelet analysis of precipitation-concentration degree in Xinjiang from 1967 to 2017

从降水集中期来看,在研究时段内呈现 4~7、7~14、9~16、23~32 年的多尺度周期态势。其中,23~32 年大尺度周

期占据整个研究时段,呈现集中期推迟或提前交替状态。同时,在1970年之前,存在4~7、11~15年的小尺度周期;1970—1996年则以7~14年周期为主;1996年以后,则以9~16年为主的小尺度周期,同时周期时间尺度有所扩大。综合来看,在研究时段内集中期最为显著的是7~14、25~32年时间尺度的周期。其中,25~32年周期主要分布在2000年之前;7~14年周期分布于整个研究时段内,且在1977年之前呈弱变化状态,2000年后周期性增强,并在2005—2010年达到峰值。

综合来看,降水集中度和集中期周期在一定程度上同步。从大周期背景来看,两者都是集中于25~32年,集中度在1975年之前及2005年以后最为显著且在周期内均为集中度低值域;而集中期在2000年之前呈现较为显著的提早、推迟的周期变化。从小尺度来看,集中度存在2005年以后的7~13年周期及1972年之前的15~20年周期,其中2005年后小周期呈现为嵌套于集中度降低大周期下的交替变化状态;集中期则体现为研究时段内周期变化逐渐加强,显著性逐渐增加态势,其中,2005—2012年为峰值,总体呈现为嵌套于集中期交替大周期下的交替变化状态。

3 讨论

区域降水量可采用各个站点降水的均值进行计算,但在研究过程中发现,降水均值受数据极值影响严重。新疆面积广大,地形地貌复杂,且区域间降水类型、成因各不相同,降水量差异较大,采用均值方法进行评价,会产生较大偏差。因此该研究通过构建泰森多边形进行加权,并分别对全疆、北疆、南疆、东疆进行权重分析以计算面状区域降水量。

通过对比由泰森多边形法及算数平均法得出的结论发现,采用泰森多边形进行新疆面状降水评估时,加权面状降水量相较于算数平均值算法所得面状降水量数值较低。其成因可能为南疆气象站点较少且分布零散,而泰森多边形是基于站点间关系进行多边形构建,导致南疆多边形面积大、权重高,继而导致全疆降水量评估时数值偏低。同时,泰森多边形法得到的集中度值相对较高,且在研究时段内变化的幅度较大。由于研究区站点数量有限,且部分站点因数据不连续而被剔除,因此降水资料仅能代表台站附近降水情况,无法代表整体区域,且降水插值并没有很好地表现出降水的空间特征,如山区降水、盆地周边降水。因此,在后续研究中,为了更加真实地体现研究区的降水特征及空间分布情况,需要继续采用长时间序列数据进行分析同时辅以区域自动观测站数据、数值预报数据以及相关卫星产品进行多角度综合分析,以期更好地揭示研究区降水规律。

4 结论

该研究基于1967—2017年新疆50个气象站点逐日降水观测资料,系统分析了新疆降水分配及集中情况,得出以下结论:

(1)在研究时段内,新疆降水频次空间差异明显。北疆年降水日数在50 d以上,西部山区及北部山区达90 d,降水强度较高;南疆塔克拉玛干沙漠年降水日数在20 d以下,其

西部及北部沿天山一带为30~50 d,降水强度在2.5 mm/d以下;东疆年降水日数在20 d以下,降水强度为1.3 mm/d。降水日数及降水强度均呈现增加趋势,倾向率分别为1.6 d/10 a,0.075 mm/(d·10 a)。

(2)降水变异系数与多年平均降水量呈负相关,降水越多的区域,降水年际差异越小。全疆降水变异系数在0.20~0.65,呈由北向南递增态势。其中,天山北麓、伊犁地区及阿勒泰山区降水稳定;南疆塔克拉玛干沙漠以北向南变异系数呈增加态势,降水稳定性下降;东疆变异系数自东向西增加,吐鲁番为东疆最大值。

(3)全疆降水集中度在0.17~0.78,呈由南疆向北疆递减态势,降水分配由南向北趋于均匀,且降水集中程度呈降低态势,降幅约0.011/10 a。南疆除山区外集中度均高,北疆降水分配较均匀,东疆居中。全疆降水集中期在6月中旬至7月底,8月初,呈现西南向东北推迟,即南疆最先进入集中降水时段,其次为北疆西部、东疆,北疆北部最晚。

(4)典型年合成分析表明,南北疆在降水高值年变化明显,表现为降水强度增加,在低值年则表现为降水日数变化更显著;东疆在典型年表现均为降水日数更为显著。周期分析表明,新疆降水存在显著周期,呈现大周期背景下小周期交替态势;现阶段处于25~32年降水偏少周期,且周期性特征处于增强阶段;降水集中度周期也以25~32年为主,现阶段处于集中度由低向高转变的交替过程中,周期性增强。

参考文献

- [1] DE LUIS M, GONZÁLEZ-HIDALGO J C, BRUNETTI M, et al. Precipitation concentration changes in Spain 1946—2005 [J]. *Natural hazards and earth system sciences*, 2011, 11(5): 1259—1265.
- [2] ALJANI B, O'BRIEN J, YARNAL B. Spatial analysis of precipitation intensity and concentration in Iran [J]. *Theoretical and applied climatology*, 2008, 94(1): 107—124.
- [3] VYSHKIVARKOVA E, VOSKRESENSKAYA E, MARTIN-VIDE J. Spatial distribution of the daily precipitation concentration index in Southern Russia [J]. *Atmospheric research*, 2018, 203: 36—43.
- [4] SANGÜESA C, PIZARRO R, IBAÑEZ A, et al. Spatial and temporal analysis of rainfall concentration using the gini index and PCI [J]. *Water*, 2018, 10(2): 1—16.
- [5] PRASAD N, KUMAR P, MN N. An approach to prediction of precipitation using gini index in SLIQ Decision tree [C]// *Intelligent Systems Modelling & Simulation (ISMS)*. 2013 4th International Conference on Intelligent Systems, Modelling and Simulation. Bangkok, Thailand: IEEE, 2013: 56—60.
- [6] CORTESI N, GONZALEZ-HIDALGO J C, BRUNETTI M, et al. Daily precipitation concentration across Europe 1971—2010 [J]. *Natural hazards and earth system science*, 2012, 12(9): 2799—2810.
- [7] MONJO R, MARTIN-VIDE J. Daily precipitation concentration around the world according to several indices [J]. *International journal of climatology*, 2016, 36(11): 3828—3838.
- [8] 杨岩子, 邢佩, 杜吴鹏, 等. 1961—2017年华北地区降水气候特征分析 [J]. *地理科学*, 2020, 40(9): 1573—1583.
- [9] 商沙沙, 廉丽姝, 马婷, 等. 近54 a中国西北地区气温和降水的时空变化特征 [J]. *干旱区研究*, 2018, 35(1): 68—76.
- [10] 史玉光, 孙照渤. 新疆大气可降水量的气候特征及其变化 [J]. *中国沙漠*, 2008, 28(3): 519—525.
- [11] 张生军, 王天明, 王涛, 等. 新疆近50 a来降水量时空变化及其突变分析 [J]. *中国沙漠*, 2010, 30(3): 668—674.
- [12] 李剑峰, 张强, 陈晓宏, 等. 新疆极端降水概率分布特征的时空演变规律 [J]. *灾害学*, 2011, 26(2): 11—17.
- [13] 姚俊强, 杨青, 刘志辉, 等. 中国西北干旱区降水时空分布特征 [J]. *生态学报*, 2015, 35(17): 5846—5855.

有的特色农业保险产品提档升级,覆盖面更广,合作的保险机构要把服务放在第一位,高效率地完成理赔业务,在需要履行理赔的责任时,及时按照合同中的约定足额快速赔偿。二是政府部门要培育一批农业能人,邀请科研院所的专家加强对农户的专业培训、指导,使其成为农业大户,让一部分农业大户带动另外一批人。三是政府要做好市场的宏观调控和支持农业工作,及时根据市场行情做好价格保护的稳定调控工作。四是保持土地性质不变,耕地红线不破的底线,建立农村土地经营权抵押贷款风险补偿机制和抵押物处置机制,尤其是巴东县弘毅融资担保有限责任公司,要切实履行国有企业的责任和社会担当,确保国有资金不流失、农民资产不减,切实防控风险,确保平稳有序推进。一方面,金融机构不仅要建设覆盖农村网上金融综合对接服务平台,实现农村金融线上宣传,不断探索实现农村土地经营权抵押贷款线上申请、线上审批和线上发放,切实提升农村金融服务质量和效率^[14]。另一方面,要做好资金使用监管。发放贷款前期要充分掌握需求者的实际情况、深入田间地块调查,根据需求者的规模发放相对应的贷款;发放贷款后,仍然要对此笔贷款的流向做好监管,同时建立一套完善的农户信用库,对资金没有专用、长期未履行还款义务的列入黑名单。

3.4 鼓励土地流转,健全信息平台 稳定农村土地承包的关系,维护农村土地流转双方的合法权益,保障农村土地流转经营权流转,促进土地规模化经营,完善配套服务流程,使贷款的手续更简便,操作更人性化^[15]。巴东县政府要优化营商环境,减少中间环节和流程,在县政务中心设立专门窗口服务农户,同时要做好区域内农村土地经营权的登记、备案、发放等工作,各乡镇政府应协作做好相关工作,促进土地流转工作高质量推进^[12]。土地承包经营权的农户应当将闲置的土地流转给需求者,做到物尽其用,充分发挥土地的

价值属性。农户将土地流转给他人后不仅不会丧失对此块土地的承包权,还可以因此获得一笔相对应的租金,流转土地对供求双方是双赢的结果。健全农村土地经营权登记流转信息平台,要充分通过各种渠道实现信息共建、共享。线下主要是以走访入户、小组会、屋场院子会、村民大会、支部主题党日活动等形式做好信息收集、展示、传播,同时要在线上共享,通过微信公众号、微信小组群等形式发布供求信息,实现人人共享资源,人人共建平台。

参考文献

- [1] 杨彩林,曹秋菊,陈胜美.农村土地经营权抵押贷款风险评价及防范:基于贷款供给方视角[J].云南财经大学学报,2021,37(12):71-82.
- [2] 范文聪.土地经营权抵押法律问题研究[D].开封:河南大学,2018.
- [3] 明道江.农村土地承包经营权抵押贷款的供需调查:以贵州省三穗县为例[J].经济与管理,2015,29(6):91-94.
- [4] 王芳,王瑞芳.农户土地承包经营权抵押融资意愿及融资用途实证研究:以河南省370个农户样本为例[J].武汉金融,2018(11):56-62.
- [5] 张广庆,刘永文,汪磊.乡村振兴背景下农村土地经营权抵押贷款风险研究[J].金融理论与实践,2021(5):50-59.
- [6] 王逾欧.农村土地承包经营权抵押贷款的风险与法律防范[D].天津:天津大学,2016.
- [7] 李标,王黎,孙煜程.金融供给侧结构性改革视角下农村土地经营权抵押贷款研究[J].理论探讨,2020(5):115-119.
- [8] 秦涛,吴静黎,梁振英.土地经营权抵押贷款模式比较与应用策略[J].东南学术,2022(2):145-154.
- [9] 高有才,郭家睿.农户土地经营权抵押贷款意愿分析:以河南省为例[J].河南社会科学,2017,25(3):63-67.
- [10] 赵亮.土地经营权抵押贷款价值评估模型及政策建议[J].农村经营管理,2018(5):27-28.
- [11] 鲁飞宇.农村土地承包经营权确权登记颁证问题研究:以江陵县秦市乡为例[D].武汉:华中科技大学,2016.
- [12] 黄源,谢冬梅.“三权分置”背景下农村土地经营权抵押贷款难点和破解思路[J].四川师范大学学报(社会科学版),2017,44(2):51-56.
- [13] 姚自发.农村土地承包经营权抵押贷款的可行性分析[J].农业与技术,2016,36(1):108,117.
- [14] 钟远绍.我国农村金融发展与农村经济增长[J].金融经济,2016(2):15-16.
- [15] 余星妍.试点后农村土地承包经营权抵押贷款意愿及影响因素研究:基于桃江县的问卷调查数据[J].安徽农业科学,2021,49(10):202-205.
- [16] 张强,李剑锋,陈晓宏,等.基于Copula函数的新疆极端降水概率时空变化特征[J].地理学报,2011,66(1):3-12.
- [17] 刘海军,陈亚宁,徐长春.RFE2.0遥感降水数据在新疆的适用性评价[J].干旱区地理,2018,41(4):809-816.
- [18] 张录军,钱永甫.长江流域汛期降水集中度与洪涝关系研究[J].地球物理学报,2004,47(4):622-630.
- [19] 张文,张天宇,刘剑.东北降水过程年集中度和集中期的时空变化特征[J].南京气象学院学报,2008,31(3):403-410.
- [20] 魏鹤举.降水集中度与集中期的Excel计算方法研究[J].人民黄河,2017,39(4):58-61.
- [21] 刘光孟,汪云甲,张海荣,等.空间分析中几种插值方法的比较研究[J].地理信息世界,2011,9(3):41-45.
- [22] 李俊晓,李朝奎,殷智慧.基于ArcGIS的克里金插值方法及其应用[J].测绘通报,2013(9):87-90,97.
- [23] 颜真梅,母国宏.基于泰森多边形法的流域面平均雨量计算[J].水利科技与经济,2017,23(1):19-22.
- [24] 薛小杰,蒋晓辉,黄强,等.小波分析在水文序列趋势分析中的应用[J].应用科学学报,2002,20(4):426-428.
- [25] 王鹤.小波方法在水文时间序列分析若干问题中的应用[D].长春:吉林大学,2009.
- [26] 王文圣,丁晶,李跃清.水文小波分析[M].北京:化学工业出版社,2005.

(上接第220页)

- [14] 刘惠云,崔彩霞,李如琦.新疆北部一次持续暴雪天气过程分析[J].干旱区研究,2011,28(2):282-287.
- [15] 侯典炯,秦翔,吴锦奎,等.乌鲁木齐大气降水稳定同位素与水汽来源关系研究[J].干旱区资源与环境,2011,25(10):136-142.
- [16] 刘小康,饶志国,张肖剑,等.天山地区大气降水氧同位素的影响因素及其对西风环流变化的指示意义[J].地理学报,2015,70(1):97-109.
- [17] 赵玮.疏勒河流域大气降水同位素特征及水汽来源研究[D].兰州:兰州大学,2017.
- [18] 张亚宁,张明军,王圣杰,等.基于比湿订正拉格朗日模型的新疆短时强降水的水汽来源[J].干旱区研究,2019,36(3):698-711.
- [19] 曾帝,吴锦奎,李洪源,等.西北干旱区降水水中氢氧同位素研究进展[J].干旱区研究,2020,37(4):857-869.
- [20] 李亚云,杨莲梅.北疆冬季降水异常的环流特征和水汽输送分析[J].气候变化研究进展,2018,14(5):465-474.
- [21] 卢星,赵勇,王天竺.新疆夏季降水的环流差异分析[J].沙漠与绿洲气象,2021,15(1):84-90.
- [22] 杨莲梅,李霞,张广兴.新疆夏季强降水研究若干进展及问题[J].气候与环境研究,2011,16(2):188-198.
- [23] 张云惠,李海燕,陶喜禄,等.南疆西部持续性暴雨环流背景及天气尺度的动力过程分析[J].气象,2015,41(7):816-824.