

文章编号: 1008-2786-(2012)4-417-08

1961—2008 年新疆极端降水事件的变化趋势

张延伟^{1 2 5}, 魏文寿^{1 3}, 姜逢清¹, 刘明哲^{1 5}, 王雯雯⁴

(1. 中国科学院新疆生态与地理研究所, 新疆 乌鲁木齐 830011; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100049;
3. 中国气象局新疆沙漠气象研究所, 新疆 乌鲁木齐 830002; 4. 新疆大学数学与科学学院, 新疆 乌鲁木齐 830046;
5. 中国科学院新疆积雪雪崩站, 新疆 乌鲁木齐 835000)

摘 要: 利用新疆 1961—2008 年逐日降水、最高气温和最低气温资料, 采用 ETCDDMI 定义的极端降水事件的阈值, 然后统计出极端降水事件的每年湿期降水总量、简单降水强度指数、月最大 1 d 降水量、月最大 5 d 降水量、重湿日数和连续干日, 并对其空间分布和时间趋势进行分析。结果表明, 新疆极端降水事件阈值的空间分布存在明显的地域差异, 北部地区在 48 a 极端指数变化比其他地区显著; 每年湿期降水总量、简单降水强度指数、月最大 1 d 降水量、月最大 5 d 降水量、重湿日数和连续干日的空间特征基本相似。除连续干日, 总体呈自东南向西北递增的态势, 且高值中心均分布于山区一带。48 年来, 除连续干日, 极端降水事件的其他 5 个指标呈上升趋势, 并于 1980 年左右发生了突变现象。48 年来, 极端降水事件的 6 个指标均存在明显的年代际特征, 而且还存在准 3 a 和 7 a 的震荡周期。

关键词: 新疆; ETCDDMI; 极端降水

中图分类号: P462.3, P468.0+24

文献标识码: A

气候变化对全球生态环境产生了巨大的影响, 人类面对环境的改变, 必须做出相应的适应性变化。其中, 气候变化中极端降水改变是对人类影响最大的因素之一, 它导致的洪涝、干旱等气象灾害给世界许多国家和地区造成了严重损失^[1-2]。IPCC 评估报告^[3]指出, 21 世纪全球平均的年降水量可能增加, 但在区域尺度上降水的增加或减少都是有可能的, 其变化幅度为 5% ~ 20%, 高纬度地区无论冬季, 还是夏季其降水都可能是增加的。随着大气中的温室气体含量的增加, 将引起极端降水事件频率、强度和生命期长度发生变化。例如: 一些研究^[4-8]表明, 总降水量增大的区域, 其强降水事件都极有比例增加可能, 即使平均总降水量减少或不变, 也还存

在着强降水量及降水频次的增加现象。Groisma et al.^[9]初步研究表明: 极端降水事件在美国、中国、澳大利亚、加拿大、挪威和墨西哥、波兰和俄罗斯均有所增加。Karl et al.^[10]对美国、俄罗斯和中国 > 50.8 mm/d 的强降水进行了研究, 发现强降水占季节和年总降水量的比率有明显增加的趋势。

对于中国区域极端气候变化研究表明^[11-13], 极端降水的变化具有一定的区域性特点。在过去 50 a 中, 除了 1954 年大水的影响外, 我国降水增减趋势不太明显, 但其空间分布却很不均匀, 我国华北地区干旱化的趋势在过去 50 a 中非常明显, 强降水变化趋势与降水量的地区分布非常一致, 表现为强降水日数减少。新疆降水增多, 特别是从 1987 年以来,

收稿日期(Received date): 2011-11-13; 改回日期(Accepted): 2012-03-01。

基金项目(Foundation item): 科技部公益行业科研专项: GYHY200806011; 中国科学院“西部之光”项目: RCPY200902; 国家自然科学基金面上项目: 41171066; 国家自然科学基金: 新疆天山北麓基于树木年轮气候重建的云杉种群生态研究(41071072)。[The “Western Light” Project(RCPY200902) of the Chinese Academy of Sciences and the National Natural Science Foundation(41071072) of Xinjiang Institute of Ecology.]

作者简介(Biography): 张延伟(1984-), 男, 山东枣庄人, 在读博士, 主要研究方向极端气候变化与气候诊断。[Zhang Yanwei(1984-), male, born in Zhonghuang Shandong, Ph.D., the main engages in the study of extreme climate change and climate diagnostics.] E-mail addresses: 2008zywkk@sina.com

* 通讯作者(Corresponding author): 魏文寿 (E-mail addresses: weiwsh@ms.xjb.ac.cn)

降水增多趋势更为显著;相应地,河流径流量呈明显上升趋势,降水增多主要是因为过程降水量增大,而降水日数增多并不显著^[14-16]。本文从区域极端降水指标的变化分析新疆地区的极端降水事件。这与国际上逐渐从小的区域分析气候变化趋势一致^[17-18],我们利用国际通用的极端气候指标,分析1961—2008年新疆地区的极端降水变化规律,作为决策者的参考,更好的适应全球气候变化对新疆造成的影响。

1 研究区域和数据

新疆位于中国西部(图1),远离海洋。气候形态比较特殊,生态环境较为脆弱。新疆水汽主要来源于纬向西风环流,而北大西洋涛动则通过大气环流的变化来影响新疆的气温和降水,进而影响气候

的变化。因而,形成新疆降水北疆多于南疆,西部多于东部特征。另外,新疆西部、北部、南部及中部高大的山脉,为拦截深入内陆空中水汽创造了有利条件,形成了新疆山区降水远远大于平原的特征^[19]。

本文数据来自中国国家气候中心和气象局,1961—2008年逐日降水、最高气温和最低气温。这些数据来自于54个气象台站,由于考虑气象台站的观察中的缺测和误测问题,我们选取数据质量较好的37个台站作为研究对象,并且对于缺测和误测较少的台站,进行了数据校正。

2 研究方法

在表1中我们列出了近年来由ETCDDMI所提供极端降水的各种指数,本文选择其中6个极端降水指数。所谓极端降水指数是指从强度、频率、持续

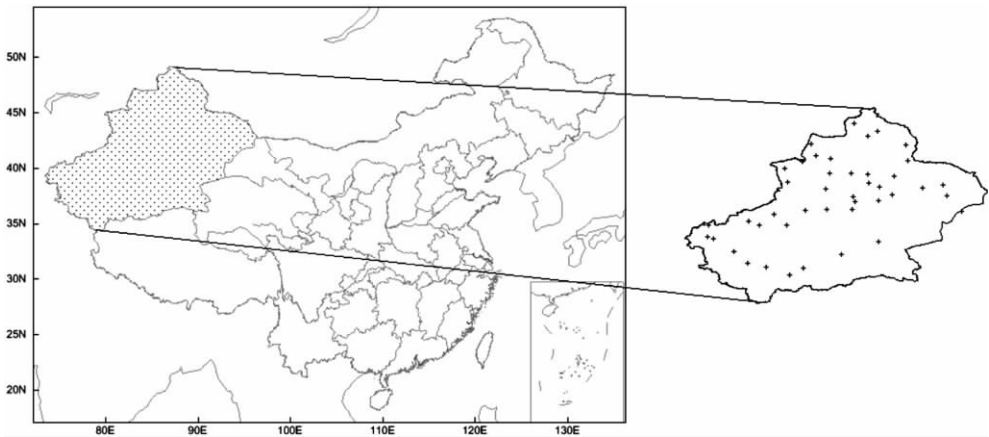


图1 研究区域和站点示意图

Fig. 1 Study region and observational station

表1 定义6个极端降水指标(RR逐日降水;当RR≥1 mm定义为一个湿润天和当RR≤1 mm定义为一个干旱天)

Table 1 Definitions of 6 precipitation indices used in this study, all the indices are calculated by RClimDEX (RR daily precipitation; A wet day is defined when RR≥1 mm and a dry day when RR≤1 mm)

指标	定义名称	定义	单位
PRCPTOT	每年湿期降水总量	若第j时期内日降水量为RR _{ij} ,若I表示该时期总日数,则定义 $PRCPTOT_j = \sum_{i=1}^I RR_{ij}$	mm
SDII	简单降水强度指数	若第j时期内日降水量为RR _{ij} ,令W表示第j时期内湿日总数,则 $SDII_j = \frac{\sum_{w=1}^W RR_{wj}}{W}$	mm/d
RX1day	月最大1 d降水量	若第j时期内第i日降水量为RR _{ij} ,则各月最大的1 d值记为 $RX1day_j = \max(RR_{ij})$	mm
RX5day	月最大5 d降水量	若第j时期内每5 d降水量为RR _{ij} ,则各月最大5 d降水量记为 $RX5day_j = \max(RR_{ij})$	mm
R95	重湿日数	若第j时期内湿润日降水量为RR _{wj} ,并记RR _{wn} 为该时期内湿日降水量的95%分位数,该时期湿日降水量总数为W,则重湿日数为 $R95_j = \sum_{w=1}^W RR_{wj}$	mm
CDD	连续干日	若第j时期内第i日降水量为RR _{ij} ,定义最长干日数RR _{ij} <1 mm的连续最长日数	d

时间三个方面反映降水的极端气候事件。本文通过逐日降水、最高气温和最低气温应用 RCLimindex 软件 (<http://ccma.seos.uvic.ca/ETCCDMI/>), 计算出当前这几个指标。

3 极端降水事件空间分布

在图 2 中, 我们发现除了 CDD(连续干日) 大部分站点下降, 其他 5 个极端降水指标呈上升趋势。例如在图 2(a) 中, PRCPTOT(每年湿期降水总量) 在研究的 37 个站点中 5.4% 的站点呈下降趋势, 但

是大部分站点呈上升趋势, 其中在天山山区和新疆北部地区上升趋势较大。SDII(简单降水强度指数) 在 37 个研究站点中, 有 7 个站点呈现下降趋势, 大约占 18.9% 的站点(图 2(b))。其中, 东部的且末、若羌、北部的青河、北塔山等地区, SDII 上升较快。在图 2(c)、2(d) 和 2(e) 中, RX1day(月最大 1 d 降水量)、RX5day(月最大 5 d 降水量) 和 R95(重湿日数), 它们在研究区域中分别有 11、8 和 3 个站点呈现下降趋势, 分别占研究站点的 29.7%、21.6% 和 8.1%。这样看来, PRCPTOT、SDII、RX1day、RX5day 和 R95 这 5 个极端降水指标的上升趋势都

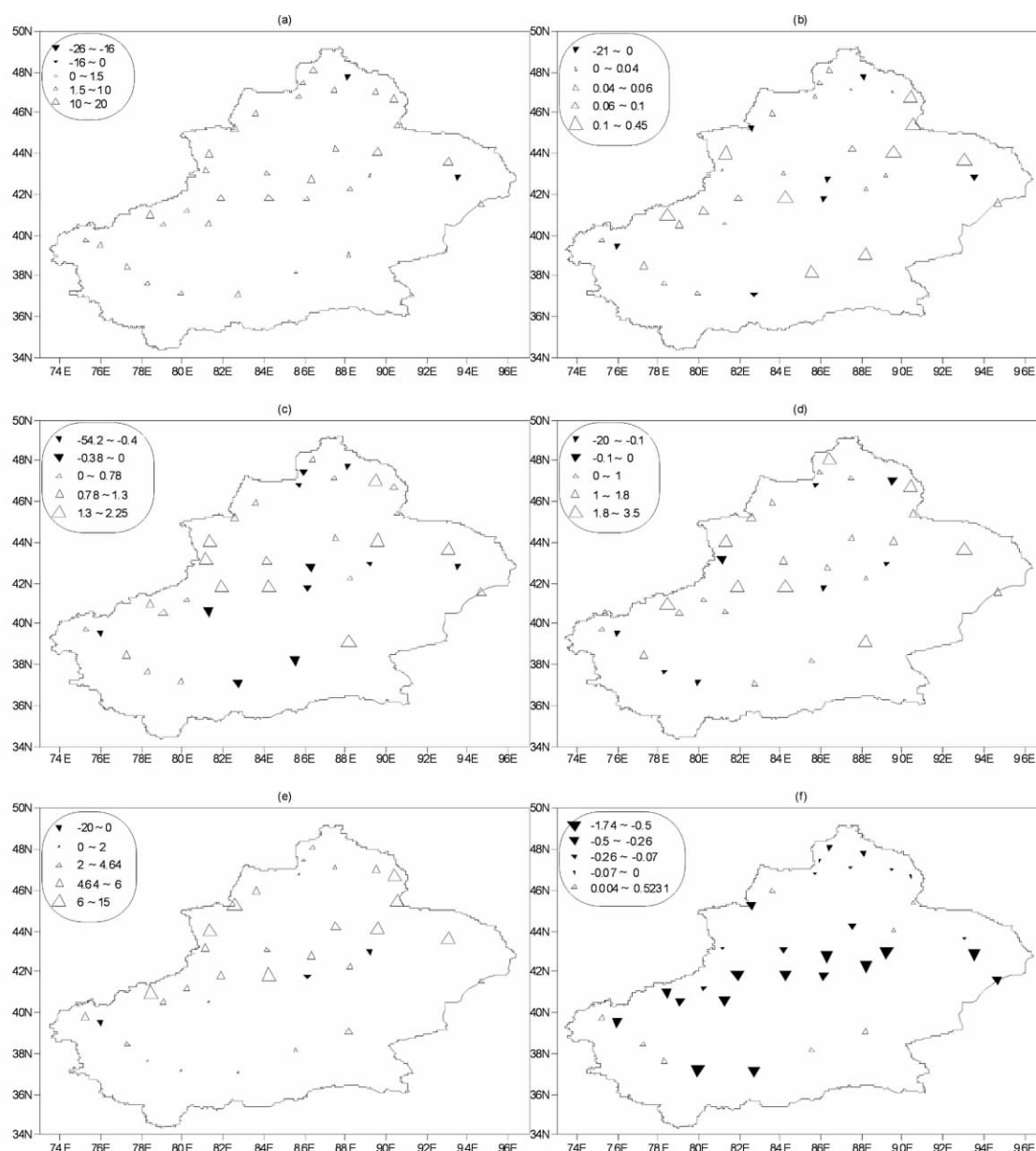


图 2 极端降水指数的空间变化趋势 (a) PRCPTOT, (b) SDII, (c) RX1day, (d) RX5day, (e) R95 和 (f) CDD

Fig. 2 Spatial distribution of extreme precipitation indices (a) PRCPTOT, (b) SDII, (c) RX1day, (d) RX5day, (e) R95 and (f) CDD

在 70% 以上,表明新疆地区极端降水趋势总体呈增加趋势。我们在看 CDD (连续干日) 在研究站点中的变化趋势。在图 2(f) 中有 8 个站点呈上升趋势,说明这几个站点的干旱灾害趋势增加。这些研究和杨莲梅^[16] 研究未来新疆极端降水增多趋势相符,相互印证。同时,对于新疆是否真的由暖干型变为暖湿型? 新疆降水量增加了,是不是能够说明新疆的就变得温暖湿润了呢? 这些是不是由于极端降水造成的,我们不能做出判断。

4 极端降水事件时间变化

4.1 时间变化趋势

在图 3 中,1961—2008 年, $PRCPTOT$ 、 $SDII$ 、 $RX1day$ 、 $RX5day$ 、 $R95$ 极端降水指数发生频次(区域平均值) 总体呈上升趋势(图 4(a)~(e)),说明极端降水事件在这段时期内是增加的。 CDD 呈现减少的趋势(图 4(f)),说明新疆地区在 48 a 期间干旱趋势得到了缓解,有变暖湿的趋势。由 5 a 滑动平均曲线(图 4(a)) 可见,发生频次存在明显的年代际特征,20 世纪 80 年代中期前总体为负距平,1980 年代后期至 2008 年总体为正距平,说明 48 年来发生频次的 5 a 滑动平均值总体表现为上升趋势。图 4(b)~(e) 也表现为 20 世纪 80 年代中期前总体为负距平,80 年代后期至 2008 年总体为正距平,说明 48 年来发生频次的 5 a 滑动平均值总体表现为上升趋势。但是图 4(f) 也表现为 20 世纪 80 年代中期前总体为正距平,1980 年代后期至 2008 年总体为负距平,说明 48 年来发生频次的 5 a 滑动平均值总体表现为下降趋势。这些分析表明,20 世纪 80 年代中期可能为极端降水事件的分界点。下面,我们将进行 MK 检验,看是否这些指标在 20 世纪 80 年代中期发生突变。

4.2 突变检验

对 48 年来极端降水事件的 6 个指标(区域平均值) 进行突变检验发现(图 4), $PRCPTOT$ 、 $SDII$ 、 $RX1day$ 、 $RX5day$ 、 $R95$ 和 CDD 均发生了突变现象,突变时间在 1980 s 左右。其中, $PRCPTOT$ 、 $SDII$ 、 $RX1day$ 、 $RX5day$ 、 $R95$ 原序列都呈现上升趋势,说明这几个极端降水指数在 48 a 中有增加的趋势。图 4(f) CDD 在 48 a 中呈现下降趋势,也与前文论述一致,新疆干旱得到一定程度缓解,降水量在新疆增多了。以图 4(a) 为例,我们分析极端降水指标变化,

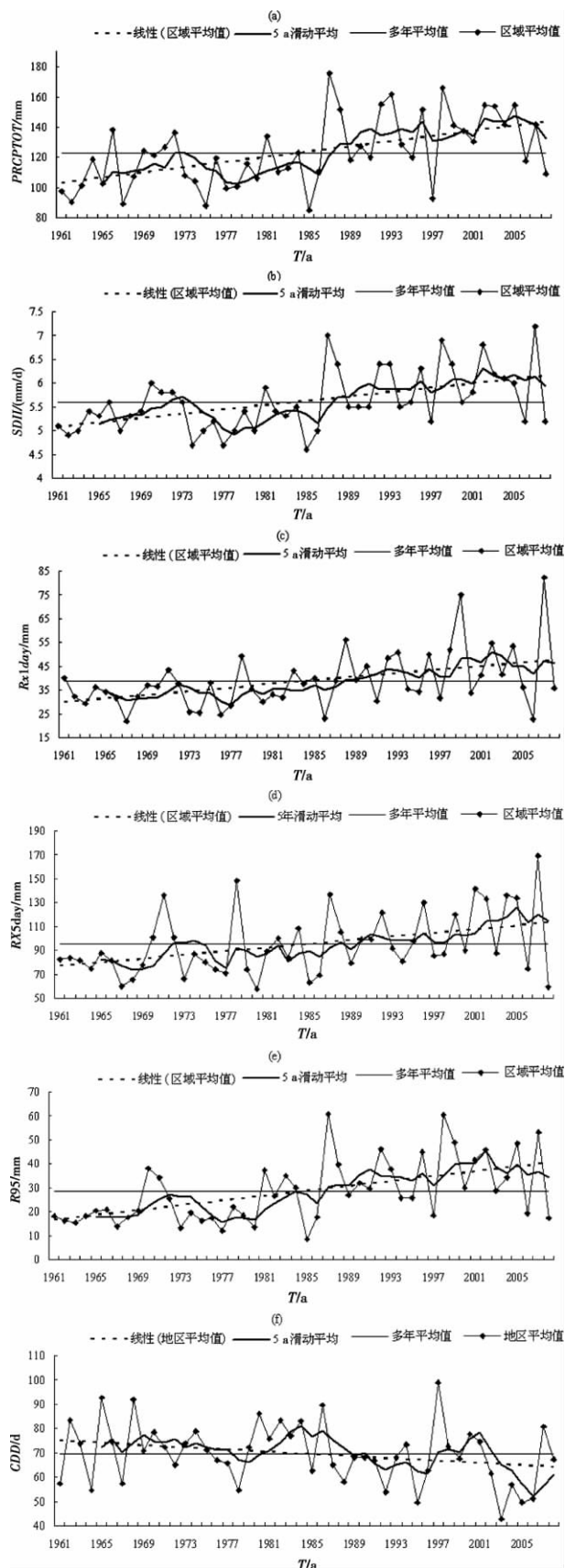


图 3 极端降水指数年际变化趋势(a) $PRCPTOT$, (b) $SDII$, (c) $RX1day$, (d) $RX5day$, (e) $R95$ and (f) CDD
Fig. 3 Interannual variation of extreme precipitation indices (a) $PRCPTOT$, (b) $SDII$, (c) $RX1day$, (d) $RX5day$, (e) $R95$ and (f) CDD

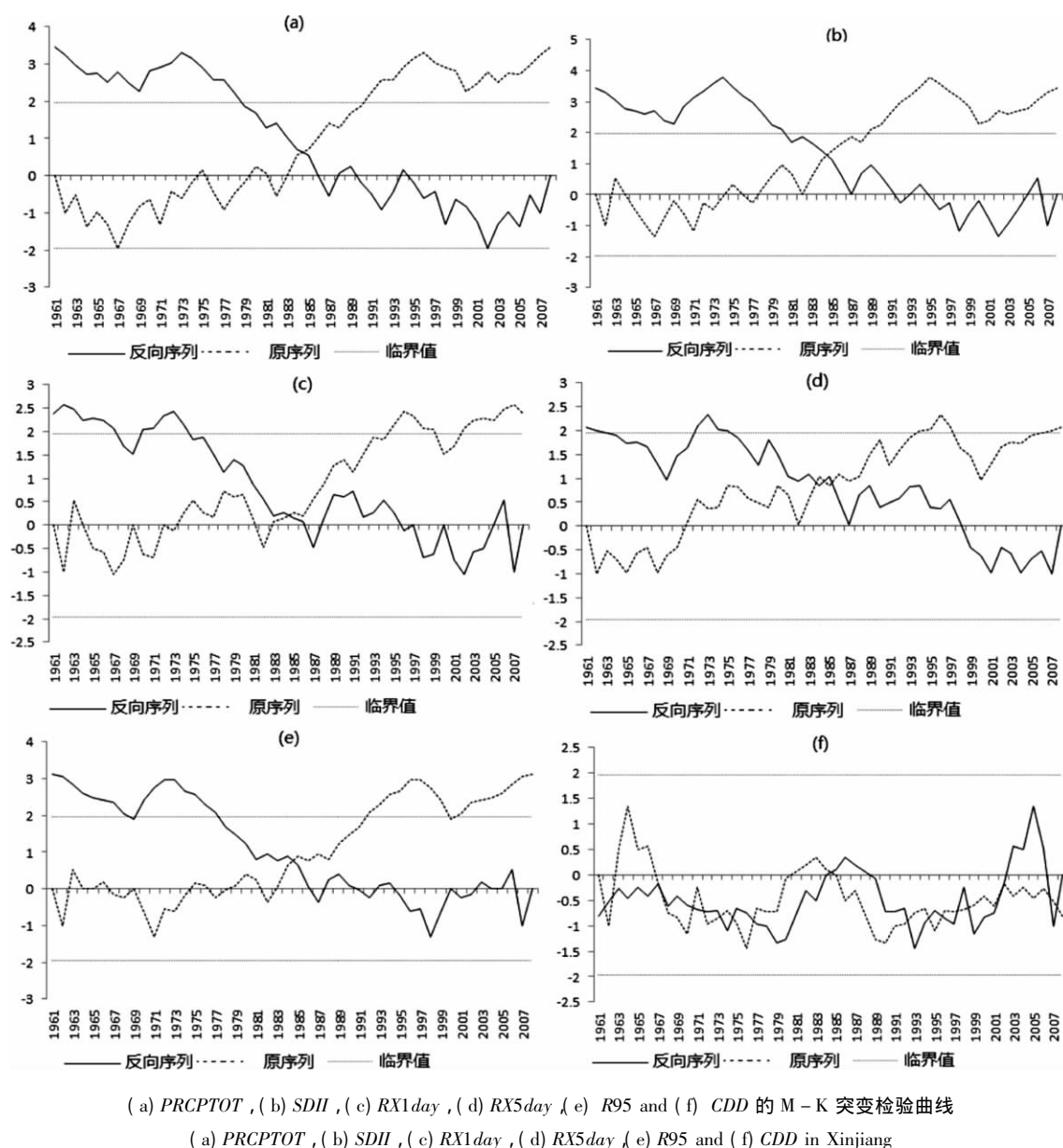


图4 新疆极端降水指数

Fig. 4 The M-K catastrophe detection curve of extreme precipitation indices

在1980年极端降水指标 $PRCPTOT$ 发生突变,但是一直不显著,到了1990年,这个指标呈现显著增加的趋势。其他几个极端指标都相似的说明了,极端降水在1990年左右,呈现显著增加趋势。并且突变基本可以确定发生在1980年,这与施雅风^[20-21]等人研究结论一致。

4.3 周期分析

应用 Morlet 小波变换^[22]对新疆的极端降水事件(区域平均值)的时间序列进行分析,带有“*”线包围部分为去除边界效应之后的尺度周期。发现 $PRCPTOT$ 、 $SDII$ 、 $RX1day$ 、 $RX5day$ 和 $R95$ 的变化周

期基本相似,但与 CDD 变化周期不同,因此本文以 $PRCPTOT$ 和 CDD 极端降水指标为代表进行分析。从年极端降水量的小波变换系数等值线图 5(a) 可以发现,普遍存在 3 a、7 a 和 11 a 的变化周期,其中 3 a 振荡周期在 48 年中始终存在,7 a 振荡周期在 1980 年比较显著,11 a 振荡周期在 1990 年以来比较显著。由图 5(f) 可见, CDD 存在 3 a、7 a 和 13 a 的变化周期。3 a 振荡周期最为显著,其他周期振幅相对较弱。总体而言,年极端降极端指数的变化周期均以 1980 年为中间轴呈左右对称分布,虽然对称不是太明显,但是可以发现在 1980 年确实发生了

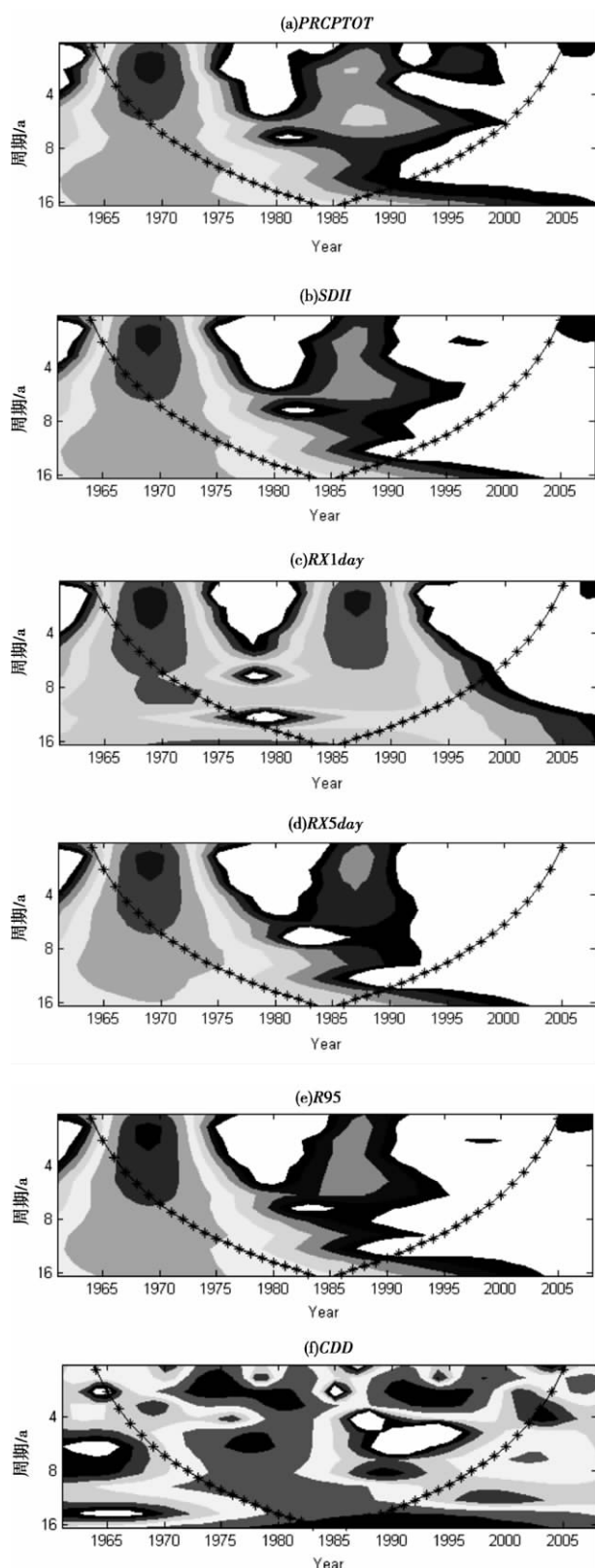


图5 新疆年极端降水指数 (a) *PRCPTOT*, (b) *SDII*, (c) *RX1day*, (d) *RX5day*, (e) *R95* and (f) *CDD* 的小波变化
Fig.5 Morlet wavelet of annual (a) *PRCPTOT*, (b) *SDII*, (c) *RX1day*, (d) *RX5day*, (e) *R95* and (f) *CDD* of extreme precipitation indices in Xinjiang

周期的变动。

5 讨论和结论

从新疆极端降水事件的空间分布来看,除 *CDD* 其他 5 个极端降水指标的空间特征基本相似,总体呈上升的态势,说明新疆的极端降水事件呈现上升态势。从 *CDD* 趋势下降分析,可知新疆地区的干旱状况得到了缓解。这与施雅风等^[20-21]研究新疆由暖干向暖湿转化相一致。进一步分析了极端降水量,发现 70% 以上站点有极端降水增加的现象,表明新疆降水总量增加是否与极端降水事件的贡献相关,也就是说,极端降水是否直接影响年降水总量,进而对旱涝灾害产生影响。从时间变化来看,新疆地区 48 年来极端降水事件指数的总体趋势在 1980 年中期发生了巨大改变。这也与其他研究者结论相符,在 1980 年新疆的气候发生了突变^[23]。基于 1961—2008 年的极端降水指数,本文对新疆地区极端降水事件的变化趋势进行了研究,主要结论如下:

1. 极端降水指数的空间分布存在明显地形差异,总体上具有以山区极端降水增加或减少与盆地沙漠地区有着明显的差异。从新疆降水分布来看,降水量是从东南向西北依次递减。极端降水指数,也有这种趋势,但是不是太显著。

2. 48 年来,极端降水事件各指标存在明显的年代际特征,总体呈上升趋势(除 *CDD*)。20 世纪 80 年代中期以前为极端降水偏少时段,而 20 世纪 80 年代中期以后为极端降水偏多阶段。其中, *CDD* 在 20 世纪 80 年代中期以前偏大时段,而 20 世纪 80 年代中期以后为偏小阶段。说明在 20 世纪 80 年代中期以后新疆干旱得到缓解。

3. 极端降水 6 个指标均发生了突变现象,突变时间在 1980 年左右,这与新疆在 1980 年气候发生突变时间一致。

4. 极端降水 5 个指标的变化周期基本相似,除 *CDD* 外,存在 3 a、7 a 和 11 a 的震荡周期。*CDD* 则具 3 a、7 a 和 13 a 的震荡周期。总体而言,极端降水事件 6 个指标的震荡周期均在 1980 年发生了变化。

5. 极端降水事件的发生及其变化很大程度影响着新疆地区的旱涝灾害和水资源管理。需要加大对新疆极端降水事件的研究。

参考文献(References)

- [1] Easterling D R, Evans J L, Groisman P Ya, et al. Observed variability and trends in extreme climate events: a brief review [J]. Bulletin of the American Meteorological Society, 2000, 81(3): 417–425
- [2] Changnon S A, Pielke Jr R A, Changnon D, et al. Human factors explain the increased losses from weather and climate extremes [J]. Bulletin of the American Meteorological Society, 2000, 81(3): 437–442
- [3] IPCC. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [M] // Solomon S, Qin D, Manning M, et al. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press, 2007
- [4] Yanina L Romero, J Bessembinder, N C van de Giesen, et al. A relation between extreme daily precipitation and extreme short term precipitation [J]. Climatic Change, 2011, 106: 393–405
- [5] J M Hidalgo – Muñoz, D Argüeso, S R Gámiz – Fortis, et al. Trends of extreme precipitation and associated synoptic patterns over the southern Iberian Peninsula [J]. Journal of Hydrology, 2011, 49(2): 497–511
- [6] Vicente Serrano, Sergio M, Trigo, R M, López – Moreno J I et al. Extreme winter precipitation in the Iberian Peninsula in 2010: anomalies, driving mechanisms and future projections [J]. Climate Research, 2011, 46: 51–65
- [7] Chen Mu – Jean, Wu Pei – Chih, Su Huey – Jen. Extreme precipitation and climate-related infectious diseases in Taiwan (1994–2008) // [C]. ISEE 22nd Annual Conference, Seoul, Korea, 28 August – 1 September 2010
- [8] Mathew Barlow. Influence of hurricane-related activity on north American extreme precipitation [J]. Geophysical Research Letters, 2011, 38: 4705–4710
- [9] Groisman P, Karl T, Easterling D, et al. Changes in the probability of extreme precipitation: important indicators of climate change [J]. Climatic Change, 1999, 42: 243–283
- [10] Karl T R, R W Knight, Plummer N. Trends in high-frequency climate variability in the twentieth century [J]. Nature, 1995, 377: 217–220
- [11] Pan Xiaohua. The spatial and temporal characteristics of change of temperature and precipitation extremes over China during the second half of the 20th Century [D]. Beijing: Institute of Remote Sensing Applications, Chinese Academy of Meteorological Sciences, 2002 [潘晓华. 近五十年中国极端温度和降水事件变化规律的研究[D]. 北京: 中国气象科学研究院, 2002]
- [12] Ding Yihui, Ren Yuguo, Shi Guangyu, et al. National Assessment Report of Climate Change (I): Climate change in China and its future trend [J]. Advances in Climate Change Research, 2006, 2(1): 3–8 [丁一汇, 任国玉, 石广玉, 等. 气候变化国家评估报告(I): 中国气候变化的历史和未来趋势[J]. 气候变化研究进展, 2006, 2(1): 3–8]
- [13] Jiang Zhihong, Ding Yuguo, Chen Weilin. Projection of precipitation extremes for the 21st Century over China [J]. Advances in Climate Change Research, 2007, 3(4): 202–207 [江志红, 丁裕国, 陈威霖. 21 世纪中国极端降水预估[J]. 气候变化研究进展, 2007, 3(4): 202–207]
- [14] Zhao Yong, Huang Danqing, Zhu Jiang. The preliminary analysis of extreme precipitation events in northern Xinjiang [J]. Desert and Oasis Meteorology, 2010, 4(5): 1–5 [赵勇, 黄丹青, 朱坚. 新疆极端降水事件的初步分析[J]. 沙漠与绿洲气象, 2010, 4(5): 1–5]
- [15] Zhang Qinag, Li Jiangfeng, Chen Xiaohong. Spatial variability of probability distribution of extreme precipitation in Xinjiang [J]. Acta Geographica Sinica, 2011, 66(1): 3–11 [张强, 李剑锋, 陈晓宏. 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): 3–11]
- [16] Yang Lianmei. Climate change of extreme precipitation in Xinjiang [J]. Acta Geographica Sinica, 2003, 58(4): 577–583 [杨莲梅. 新疆极端降水的气候变化[J]. 地理学报, 2003, 58(4): 577–583]
- [17] Unkaevi M, Tosie I, Vujovi D. Variability and probability of annual and extreme precipitation over Serbia and Montenegro [J]. Theoretical and Applied Climatology, 2004, (79): 103–109
- [18] Rahimzadeh F, Asgari A, Fattahi E. Variability of extreme temperature and precipitation in Iran during recent decades [J]. International Journal of Climatology, 2009, (29): 329–343
- [19] Zhou Luchao. Xinjiang river and water resources [M]. Urumqi: Xinjiang Science and Technology Press (K), 1999 [周聿超. 新疆河流水文水资源[M]. 乌鲁木齐: 新疆科技卫生出版社(K), 1999]
- [20] Shi Yafeng, Shen Yongping, Hu Ruji. Preliminary Study on signal, impact and foreground of climatic shift from warm-dry to warm-humid in northwest China [J]. Journal of Glaciology and Geocryology, 2002, 24(3): 219–226 [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]
- [21] Shi Yafeng, Shen Yongping, Li Dongliang, et al. Discussion on the present climate change from warm-dry to warm wet in northwest China [J]. Quaternary Sciences, 2003, 23(2): 152–164 [施雅风, 沈永平, 李栋梁, 等. 中国西北气候由暖干向暖湿转型的特征和趋势探讨[J]. 第四纪研究, 2003, 23(2): 152–164]
- [22] Li Xuemei, Jiang Fengqing, Li Lanhai, et al. Changing tendency and multi-scale features of precipitation in the north source area and mainstream area of the Tarim River [J]. Journal of Glaciology and Geocryology, 2010, 32(2): 286–294 [李雪梅, 姜逢清, 李兰海, 等. 塔里木河北源及干流区域降水变化趋势与多尺度特征对比[J]. 冰川冻土, 2010, 32(2): 286–294]

Trends of Extreme Precipitation Events over Xinjiang during 1961—2008

ZHANG Yanwei^{1 2 5}, WEI Wenshou^{1 3}, JIANG Fengqing¹, LIU Mingzhe^{1 5}, WANG Wenwen⁴

(1. Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Sciences Urumqi, 830011, China;

2. Graduate School of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China;

3. Institute of Desert Meteorology, CMA, Urumqi 830002, China;

4. Department of Mathematic, Xinjiang University, Urumqi 830046, China;

5. Tianshan Snow Avalanche Research Station, Chinese Academy of Sciences, Urumqi 835000, China)

Abstract: Based on daily precipitation, maximum temperature and minimum temperature data of 37 meteorological stations over Xinjiang during 1961—2008, the extreme precipitation indices were determined for different stations by the *ETCDDMI*, and then, six indices including *PRCPTOT*, *SDII*, *RX1day*, *RX5day*, *R95* and *CDD* of extreme precipitation indices were counted and their spatial characteristics and temporary trends were analyzed. The results showed that the extreme precipitation indices indicated the remarkable regional difference, some region show increasing and other show decreasing. The spatial characteristics of *PRCPTOT*, *SDII*, *RX1day*, *RX5day*, *R95* and *CDD* of extreme precipitation indices were similar, i. e. *PRCPTOT*, *SDII*, *RX1day*, *RX5day* and *R95* were all characterized with an increase from the southeast to northwest of Xinjiang and their high-value centers were located in the Mountain. For recent 48 years, 6 indices except *CDD* showed a decreasing trend, which was more significant increasing in most region of Xinjiang for these 5 indices. However, the extreme precipitation indices showed obvious trend and abrupt change. Six indices of extreme precipitation events all indicated the remarkable inter-decadal variability and furthermore, the quasi-3 and quasi-7 year oscillating period existed for these four indices during 1961—2008.

Key words: Xinjiang; *ETCDDMI*; extreme precipitation