

近50年来祁连山及河西走廊地区 极端降水的时空变化研究

贾文雄¹, 张禹舜¹, 李宗省²

(1. 西北师范大学地理与环境科学学院, 甘肃 兰州 730070; 2. 中国科学院寒区旱区环境与工程研究所, 甘肃省水文水资源工程技术中心, 甘肃 兰州 730000)

摘要: 利用1960~2009年的日降水量资料, 选用13项极端降水指数, 采用线性趋势、10年趋势滑动、Mann-kendall等方法, 对祁连山及河西走廊地区极端降水的时空变化特征进行了研究。结果表明: 极端降水日数呈增多趋势, 极端降水强度呈减小趋势, 极端降水总量呈增加趋势, 连续干旱日数、连续湿润日数呈减少趋势, 一日最大降水量、五日最大降水量呈增大趋势; 极端降水变化存在一定区域差异, 走廊平原中西部的降水明显增加, 降水变率在减小, 走廊平原中部极端降水的日数在增多, 降水极值在增大, 走廊平原祁连山东部的降水在增加, 降水极值在增大, 但连续极端降水的总量在减少, 祁连山中部的降水在明显增加, 降水的极端性在明显增大, 对气候变暖的响应最敏感; 不同极端降水指数分别在20世纪60年代中期、70年代中期、80年代初期、80年代中后期、90年代中期发生了突变, 这些突变点与东亚季风、南亚季风、西风环流等大尺度环流系统强弱变化的时间点是一致的。

关键词: 极端降水; 年际变化; 突变; 祁连山; 河西走廊

中图分类号: P932

文献标识码: A

文章编号: 1000-0690(2014)08-1002-08

在全球气候变暖背景下, 区域气候也发生了一定变化, 极端天气和气候事件出现的频率增加。IPCC第四次报告指出, 未来在气候变暖的背景下, 强降水、洪涝、干旱发生的可能性都增大, 热浪可能强度更强、持续时间更长而且发生频率更高。众多学者对中国极端降水变化做了大量研究, 结果表明中国降水总量的变化主要是极端降水贡献的^[1,2], 年极端降水在东北、西北东部、华北表现为减少趋势, 在西北西部、长江中下游、华南及青藏高原表现为增加趋势^[3-5]; 各季节极端降水频数变化存在区域差异, 西北地区在各个季节均增长, 长江流域及江南地区在冬季和夏季增长, 华北地区在冬季和春季增长, 东北地区在冬季增长^[4,6-8]; 极端降水事件以低持续性事件为主^[9,10], 长江以南、东南沿海、黄河中下游地区极端降水的区域性与持续性均较好, 滇西藏东一带持续性较好, 但区域性较差, 北方大部分地区持续性和区域性均较差^[11]; 中国极端降水事件易发生在厄尔尼诺年的冬、春季

和拉尼娜年的夏、秋季, 并对ENSO强信号存在滞后响应^[12,13]。极端降水变化导致河流径流量及变差系数发生变化^[14], 区域性洪涝灾害和干旱发生的频率增加^[15]。极端气候变化越来越成为气候变化研究关注的焦点, 极端降水变化是极端气候变化研究的重要方面。

祁连山位于青藏高原东北边缘, 由一系列西北东南走向的平行山脉和谷地组成, 大部分山地平均海拔在4 000 m以上。河西走廊位于祁连山北侧, 为北西—南东走向的狭长低地, 平均海拔1 100~1 700 m。祁连山是石羊河、黑河、疏勒河的发源地和径流形成区, 是河西绿洲重要的水源地, 是水资源这一纽带将它们联系在一起。已有研究表明, 河西走廊地区汛期极端降水事件发生频次表现为增长趋势, 存在显著的12~13 a周期振荡^[16]; 年极端降水事件的集中度与集中期在20世纪70年代初到80年代末、90年代中后期处于正位相, 其余年代处于负位相^[17]; 东部地区年极端降水呈增加趋

收稿日期: 2013-03-04; 修订日期: 2014-03-21

基金项目: 国家自然科学基金项目(41161017)、甘肃省自然科学基金计划项目(1107RJZA248)资助。

作者简介: 贾文雄(1974-), 男, 甘肃渭源人, 博士, 副教授, 主要从事气候变化与生态水文研究。E-mail: wxjiaxy@163.com

势,其中90年代增加最明显,在60年代年极端降水发生了突变^[18]。以往有关祁连山及河西走廊地区极端降水的研究不多,采用的极端降水指数也较少。将祁连山和河西走廊作为整体,采用世界气象组织气候委员会定义的多项极端降水指数,对研究区极端降水的时空变化特征进行全面而深入分析,旨在为地方政府应对极端气候和气象灾害提供科学依据。

1 资料与方法

1.1 资料来源

祁连山及河西走廊地区气象站点分布较少,有些站点气象数据有缺失,选取了气象数据资料较好的敦煌、瓜州、玉门、金塔、酒泉、高台、肃南、张掖、民乐、山丹、永昌、武威、古浪、乌鞘岭、门源、祁连、野牛沟和托勒共18个气象站的气象资料(图1),资料来源于国家气象局信息中心。

1.2 研究方法

研究极端事件的变化通常有2种方法,一是定义与极端事件相关的代用气候指数,通过分析这些气候指数的特征来反映极端事件的变化情况;二是根据天气现象(如热带气旋)本身的定义标准,直接通过原始资料分析来判断该类极端事件的频率或强度有何变化^[19]。世界气象组织气候委员会定义了27个代用气候指数,其中包括16个气温指数和11个降水指数,这些指数可以从逐日最高、最低及平均气温或逐日降水量计算得到。西北内陆干旱地区降水量少,降水变率大,一些极端气候指数并不适用,如日降水量大于20 mm(R20 mm)、日降水量大于30 mm(R30 mm)等指数。本文选用了雨日强度(SDII)、雨日降水总量(PRCP-TOT)、极端降水总量(R95P)、非常极端降水总量(R99P)、连续干旱日数(CDD)、连续湿润日数(CWD)、一日最大降水量(RX1day)、五日最大降水量(RX5day)8个指数(表1),其计算在Rclimindex软件中完成。此外,根据研究需要增加了雨日日数(RD)、极端降水日数(RD95)、极端降水强度(RI95)、非常极端降水日数(RD99)、非常极端降水强度(RI99)5个指数(表1),其通过数理统计完成。

祁连山及河西走廊地区东西跨越约10个经度,东部受东南和西南夏季风的影响,西部受西风环流的控制,中部处于两种环流系统的交汇处,再加上青藏高原季风的影响,局地气候变化比较复

杂,降水的空间差异较大,研究极端降水变化的区域差异是必要的。在SPSS软件中利用因子分析法对18个气象站的年降水量进行归类,在此基础上进行了区域划分。在因子分析时,利用KMO(Kaiser-Meyer-Olkin)检验对数据是否适合作因子分析进行检验,结果KMO的值为0.809,表明数据适合作因子分析(若 $0.8 \leq KMO < 0.89$,适合),然后使用主成分分析(Principal Component Analysis)提取因子,方差最大正交旋转(Varimax Orthogonal Rotation)解释因子变量,回归法(Regression)计算因子得分(表2)。正交旋转后,第一因子计算的载荷值出现了差异,敦煌、瓜州、玉门、金塔、酒泉、高台、肃南、张掖的载荷值较高,其它各站较低,表明研究区的中西部和中东部降水不同,反映了西部受西风环流控制和东部受季风环流影响的大气环流状况,这种空间分布占方差贡献率的30%;第二因子计算的载荷值也出现了差异,祁连、野牛沟、托勒的载荷值较高,其次肃南、张掖、民乐、山丹的载荷值也较高,其它各站较低,表明高海拔地区和走廊中部与其它地区降水不同,反映了高海拔地区受高原季风影响和走廊中部处于两大环流交汇处的大气环流状况,这种空间分布占方差贡献率的23%;第三因子计算的载荷值也出现了差异,永昌、武威、古浪、乌鞘岭、门源的载荷值较高,其它各站较低,表明研究区东部降水与其它地区不同,反映了东部受东南季风和西南季风共同影响的大气环流状况,这种空间分布占方差贡献率的17%。根据因子分析的计算结果,结合地理位置和海拔高度,将研究区划分为5个区域:走廊平原中西部、走廊平原中部、走廊平原祁连山东部、祁连山中部、祁连山西部(图1)。

2 结果分析

2.1 极端降水的年际变化

1960~2009年,祁连山及河西走廊地区雨日日数呈显著增多趋势(图2a),而雨日强度呈不明显减小趋势(图2b),雨日降水总量呈显著增加趋势(图2c)。雨日日数与雨日降水总量的变化趋势大体一致,自20世纪60年代以来呈持续增多或增加趋势,其中80年代中期之前增多或增加幅度较大,之后变化趋势较为稳定,而雨日强度自60年代以来呈持续减小趋势,其中70年代中期之前大幅增大,之后呈大幅减小趋势。

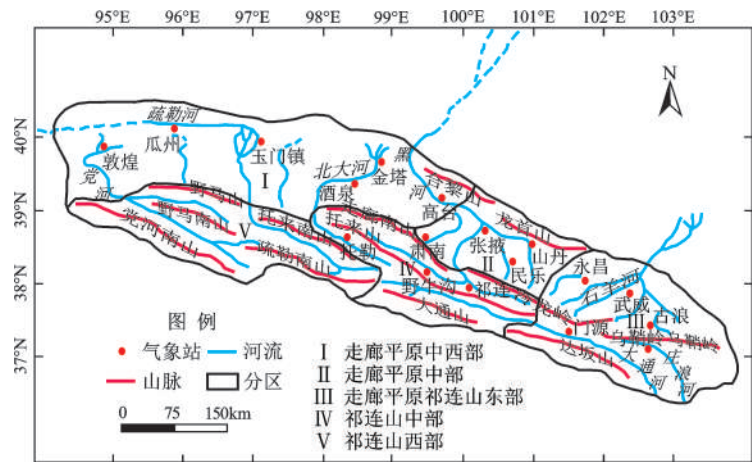


图1 祁连山及河西走廊地区气象站点的分布及分区

Fig.1 Regional distribution of weather stations in Qilian Mountains and Hexi Corridor

表1 极端降水指数及定义

Table 1 Indices and its definition of precipitation extremes

指数名称	英文缩写	定义	单位
雨日日数	RD	日降水量大于1mm的日数	d
雨日强度	SDII	日降水量大于1mm雨日的平均雨量	mm
雨日降水总量	PRCPTOT	日降水量大于1mm的总降水量	mm
极端降水日数	RD95	日降水量大于第95个百分位的雨日日数	d
极端降水强度	RI95	日降水量大于第95个百分位的雨日平均雨量	mm
极端降水总量	R95P	日降水量大于第95个百分位的雨日总降水量	mm
非常极端降水日数	RD99	日降水量大于第99个百分位的雨日日数	d
非常极端降水强度	RI99	日降水量大于第99个百分位的雨日平均雨量	mm
非常极端降水总量	R99P	日降水量大于第99个百分位的雨日总降水量	mm
连续干旱日数	CDD	日降水量小于1mm的连续日数	d
连续湿润日数	CWD	日降水量大于1mm的连续日数	d
一日最大降水量	RX1day	年内单日最大降水量	mm
五日最大降水量	RX5day	年内连续五日最大降水量	mm

表2 祁连山及河西走廊地区降水的因子分析

Table 2 Factor analysis of annual precipitation in Qilian Mountains and Hexi Corridor

站点	因子1	因子2	因子3	站点	因子1	因子2	因子3
敦煌	0.78	-0.024	0.18	山丹	0.477	0.565	0.271
瓜州	0.735	0.009	0.263	永昌	0.333	0.32	0.665
玉门	0.878	0.039	0.075	武威	0.239	-0.151	0.818
金塔	0.826	0.076	0.176	古浪	0.246	0.03	0.791
酒泉	0.824	0.281	-0.007	乌鞘岭	0.048	0.263	0.763
高台	0.794	0.299	0.195	门源	-0.039	0.405	0.511
肃南	0.633	0.65	0.121	祁连	-0.039	0.82	0.177
张掖	0.653	0.574	0.173	野牛沟	-0.012	0.902	0.064
民乐	0.469	0.65	0.306	托勒	0.217	0.764	-0.024

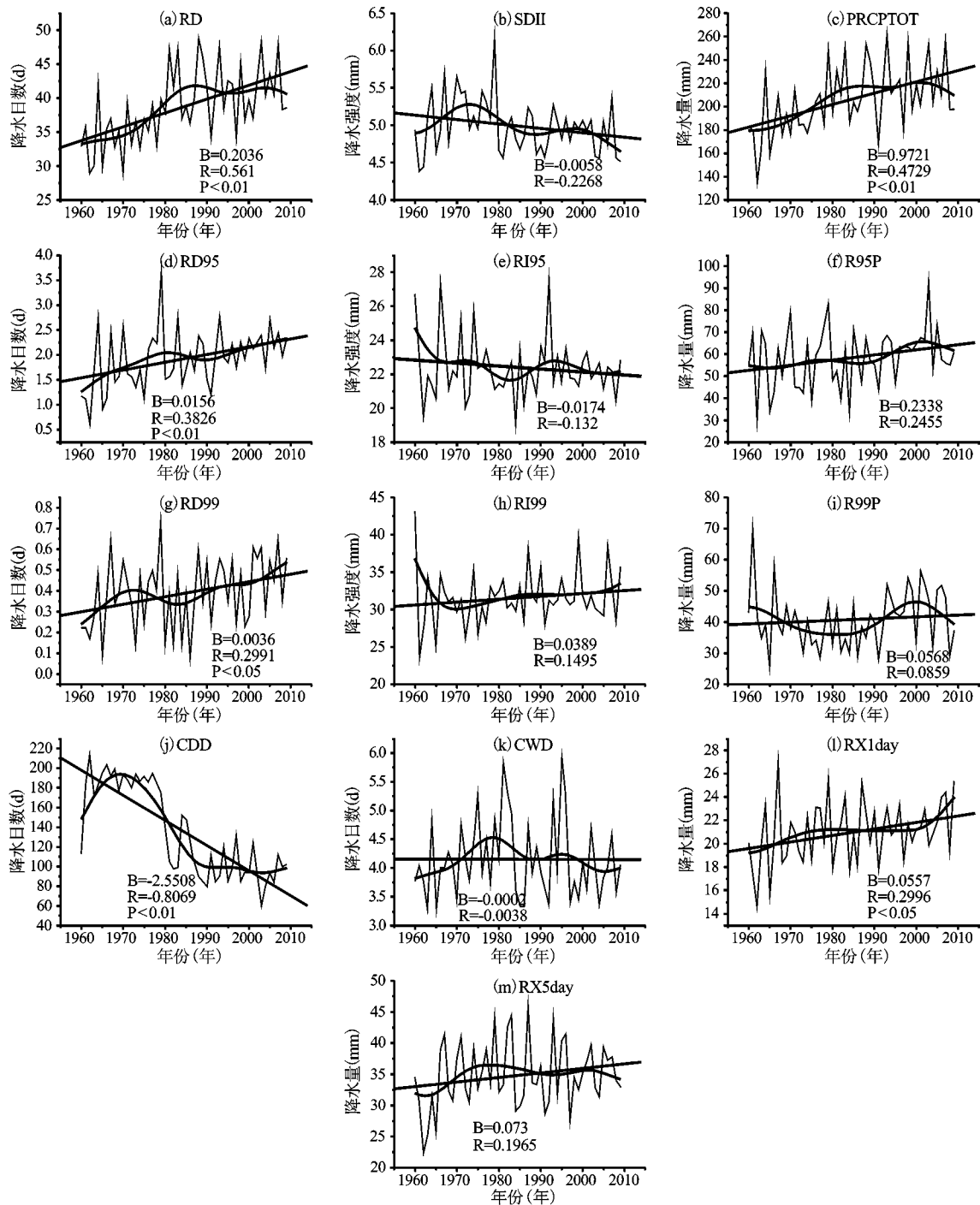


图2 祁连山及河西走廊极端降水的年际变化
(折线为年际变化,斜线为多年趋势,曲线为10年滑动)

Fig.2 Inter annual variation of precipitation extremes in Qilian Mountains and Hexi Corridor
(folded line—inter annual change; slop line—trend of fifty years; curve line—ten years moving trend)

极端降水日数呈显著增多趋势(图2d),而极端降水强度呈不明显减小趋势(图2e),极端降水总量呈不明显增加趋势(图2f)。极端降水日数与极端降水总量的变化趋势也大体一致,自20世纪60年代以来呈持续增多或增加趋势,其中70年代

末之前极端降水日数大幅增多,极端降水总量变化趋势较为稳定,之后均呈减少趋势,80年代中后期之后又呈大幅增加趋势,而极端降水强度在80年代中前期之前呈大幅减小趋势,之后呈小幅增大趋势。

非常极端降水日数呈明显增多趋势(图2g),非常极端降水强度呈不明显增大趋势(图2h),非常极端降水总量呈不明显增加趋势(图2i)。非常极端降水日数在20世纪70年代中前期之前增多幅度较大,之后呈减少趋势,80年代中期之后又呈大幅增多趋势,非常极端降水强度在60年代末之前大幅减小,之后变化趋势较为稳定,非常极端降水总量在80年代中前期大幅减少,之后大幅增加,2000年之后又呈大幅减少趋势。

连续干旱日数呈显著减少趋势(图2j),连续湿润日数呈不明显减少趋势(图2k)。连续干旱日数在20世纪70年代初之前增多幅度较大,之后呈大幅减少趋势,90年代之后变化趋势较为稳定,而连续湿润日数在70年代末之前大幅增多,之后呈大幅减少趋势。

一日最大降水量呈明显增加趋势(图2l),5日最大降水量呈不明显增加趋势(图2m)。一日最大降水量在2000年之前增加幅度较小,之后呈大幅增加趋势,而五日最大降水量在70年代末之前大幅增加,之后呈小幅减少趋势。

2.2 极端降水变化的区域差异

在全球气候变暖背景下,祁连山及河西走廊地区极端降水的变化趋势大体是一致的,但由于受不同环流系统的影响以及地理位置和地形的不

同,导致极端降水变化具有一定的区域差异(表3)。雨日日数在各区域均呈增多趋势,除祁连山中部增多不明显外,其它各区域增多显著,其中走廊平原中部增幅最大,其次是走廊平原祁连山东部,祁连山中部增幅最小。雨日强度在祁连山中部呈显著增大趋势,而在其它各区域呈不明显减小趋势,其中走廊平原中部减幅最大,其次是走廊平原中西部,走廊平原祁连山东部减幅最小。雨日降水总量在走廊平原中西部呈明显增加趋势,在其它各区域呈显著增加趋势,其中走廊平原祁连山东部增幅最大,其次是走廊平原中部,走廊平原中西部增幅最小。

极端降水日数在祁连山中部呈显著增多趋势,在其它各区域呈不明显增多趋势,其中祁连山中部增幅最大,其次是走廊平原中部,走廊平原中西部增幅最小。极端降水强度在走廊平原中部呈显著增大趋势,在其它各区域呈不明显增大趋势,其中走廊平原中部增幅最大,其次是走廊平原祁连山东部,祁连山中西部增幅最小。极端降水总量在走廊平原中西部呈不明显减少趋势,在祁连山中部呈显著增加趋势,在其它各区域呈不明显增加趋势,其中祁连山中部增幅最大,其次是走廊平原中部,走廊平原祁连山东部增幅最小。

非常极端降水日数在走廊平原中西部呈不明

表3 祁连山及河西走廊极端降水的区域差异

Table 3 Regional difference of precipitation extremes in Qilian Mountains and Hexi Corridor

指数	走廊平原中西部		走廊平原中部		走廊平原祁连山东部		祁连山中部	
	变化幅度 (d&mm/a)	相关系数	变化幅度 (d&mm/a)	相关系数	变化幅度 (d&mm/a)	相关系数	变化幅度 (d&mm/a)	相关系数
RD	0.1538	0.6109**	0.2933	0.5573**	0.2795	0.5171**	0.0571	0.1197
SDII	-0.0096	-0.2037	-0.012	-0.2423	-0.0078	-0.1968	0.0132	0.4892**
PRCPTOT	0.454	0.3159*	1.2292	0.4084**	1.2361	0.3771**	1.2253	0.3613**
RD95	0.0016	0.042	0.0166	0.2323	0.0123	0.1655	0.0479	0.4932**
RI95	0.0062	0.0154	0.1792	0.3664**	0.0433	0.1165	0.0301	0.0947
R95P	-0.0076	-0.0104	0.4065	0.2455	0.2556	0.1439	0.9982	0.5032**
RD99	-0.0009	-0.0646	0.0015	0.0648	0.0063	0.2411	0.0111	0.3307*
RI99	-0.0337	-0.1041	0.0462	0.0661	0.1474	0.2566	0.1619	0.2296
R99P	-0.0485	-0.1274	0.1189	0.152	0.2126	0.2461	0.3152	0.3133*
CDD	-3.3171	-0.8068**	-3.4665	-0.7731**	-2.3161	-0.7795**	-0.1883	-0.106
CWD	0.0091	0.2362	-0.0037	-0.0521	-0.0022	-0.0327	-0.0107	-0.1005
RX1day	0.0166	0.054	0.0731	0.1898	0.0817	0.2614	0.0672	0.2411
RX5day	0.0342	0.0749	0.1761	0.2592	-0.0126	-0.0214	0.1556	0.3648**

注:*表示通过0.05的置信度检验,**表示通过0.01的置信度检验。

显减少趋势,在祁连山中部呈明显增多趋势,在其它各区域呈不明显增多趋势,其中祁连山中部增幅最大,其次是走廊平原祁连山东部,走廊平原中部增幅最小。非常极端降水强度在走廊平原中西部呈不明显减小趋势,在其它各区域呈不明显增大趋势,其中祁连山中部增幅最大,其次是走廊平原祁连山东部,走廊平原中部增幅最小。非常极端降水总量在走廊平原中西部呈不明显减少趋势,在祁连山中部呈明显增加趋势,其它区域呈不明显增加趋势,其中祁连山中部增幅最大,其次是走廊平原祁连山东部,走廊平原中部增幅最小。

连续干旱日数在各区域均呈减少趋势,除祁连山中部减少不明显外,其它各区域减少显著,其中走廊平原中部减幅最大,其次是走廊平原中西部,祁连山中部减幅最小。连续湿润日数在走廊平原中西部呈不明显增多趋势,在其它各区域呈不明显减少趋势,其中祁连山中部减幅最大,其次是走廊平原中部,走廊平原祁连山东部减幅最小。

一日最大降水量在整个区域呈不明显增加趋势,其中走廊平原祁连山东部增幅最大,其次是走廊平原中部,走廊平原中西部增幅最小。五日最大降水量在走廊平原祁连山东部呈不明显减少趋势,在祁连山中部呈显著增加趋势,在其它各区域呈不明显增加趋势,其中祁连山中部增幅最大,其次是走廊平原中部,走廊平原中西部增幅最小。

2.3 极端降水的突变

在0.05的置信度水平下,祁连山及河西走廊地区雨日日数和雨日降水总量均发生了突变,而雨日强度没有发生突变(图3)。雨日日数在1977年发生了突变,突变前平均为34.05 d,突变后平均为40.76 d,突变后比突变前平均增多6.71 d。雨日降水总量也在1977年发生突变,突变前平均为183.21 mm,突变后平均为216.05 mm,突变后比突变前平均增加32.84 mm。

极端降水日数发生了突变,而极端降水强度和极端降水总量没有发生突变。极端降水日数在1976年发生了突变,突变前平均为1.55 d,突变后平均为2.09 d,突变后比突变前平均增多0.54 d。

非常极端降水日数和非常极端降水总量均发生了突变,而非常极端降水强度没有发生突变。非常极端降水日数在1987年发生了突变,突变前平均为0.34 d,突变后平均为0.45 d,突变后比突变前平均增多0.11 d。非常极端降水总量在1995年

发生了突变,突变前平均为39.29 mm,突变后平均为44.38 mm,突变后比突变前平均增加5.09 mm。

连续干旱日数和连续湿润日数均发生了突变。连续干旱日数在1980年发生了突变,突变前平均为185.38 d,突变后平均为102.42 d,突变后比突变前平均减少了82.96 d。连续湿润日数在1996年发生了突变,突变前平均为4.22 d,突变后平均为3.98 d,突变后比突变前平均减少0.24 d。

一日极端最大降水量与五日最大降水量也均发生了突变。一日降水总量在1975年发生了突变,突变前平均为19.79 mm,突变后平均为21.53 mm,突变后比突变前平均增加1.74 mm。五日最大降水量在1966年发生了突变,突变前平均为29.79 mm,突变后平均为35.63 mm,突变后比突变前平均增加5.84 mm。

3 结 论

1) 祁连山及河西走廊地区雨日日数、极端降水日数、非常极端降水日数呈增多趋势,但雨日强度、极端降水强度呈减小趋势,雨日降水总量、极端降水总量、非常极端降水总量呈增加趋势。可见,雨日降水量的增多是雨日日数增多的结果,极端降水总量的增加也是极端降水日数增多造成的,非常极端降水日数增多对非常极端降水总量有一定贡献。

2) 祁连山及河西走廊地区连续干旱日数、连续湿润日数呈减少趋势,一日最大降水量和五日最大降水量呈增加趋势,此外非常极端降水强度也呈增大趋势。这反映出研究区在降水增加的背景下,降水极值在增大,持续性干旱发生的频率也在增大。

3) 祁连山及河西走廊地区极端降水变化存在一定区域差异。走廊平原中西部降水在明显增加,降水变率在减小;走廊平原中部降水日数在明显增加,降水极值在增大;走廊平原祁连山东部降水在明显增加,降水极值在增大,连续极端降水量在减少;祁连山中部降水在明显增加,降水极值明显增大,对气候变暖的响应最敏感。

4) 祁连山及河西走廊地区五日最大降水量在20世纪60年代中期突变增多,雨日日数、雨日降水总量、极端降水日数、一日最大降水量在70年代中期突变增加,连续干旱日数在80年代初突变减少,非常极端降水日数在80年代中后期突变增

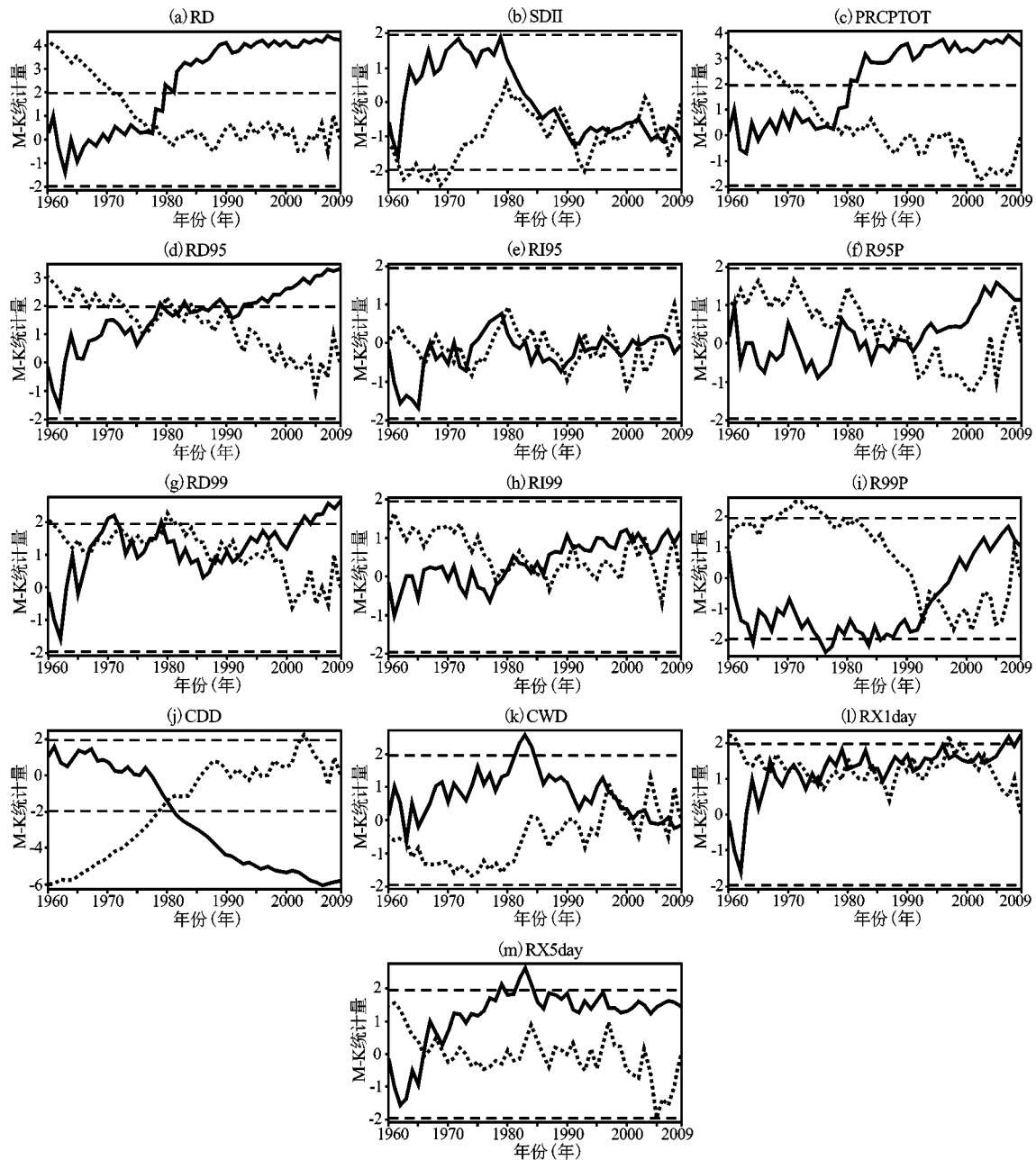


图3 祁连山及河西走廊极端降水的突变
(实折线为UF曲线,虚折线为UB曲线,短线为临界值)

Fig.3 Abrupt change of precipitation extremes in Qilian Mountains and Hexi Corridor
(solid folded line—UF curve, dot folded line—UB curve, broken line—critical value)

多,非常极端降水总量、连续湿润日数在90年代中期突变增多或减少。可见,研究区极端降水变化具有突变性,并且突变点与东亚季风、南亚季风和西风环流系统等大尺度环流系统强弱变化的时间点是一致的。

参考文献:

[1] 邹用昌,杨修群,孙旭光,等.我国极端降水过程频数时空变化

的季节差异[J].南京大学学报(自然科学),2009,45(1):98~109.

[2] 张爱英,高霞,任国玉.华北中部近45a极端降水事件变化特征[J].干旱气象,2008,26(4):46~50.

[3] 杨金虎,江志红,王鹏祥,等.中国年极端降水事件的时空分布特征[J].气候与环境研究,2008,13(1):75~83.

[4] 宁亮,钱永甫.中国年和季各等级日降水量的变化趋势分析[J].高原气象,2008,27(5):1010~1020.

[5] 陈海山,范苏丹,张新华.中国近50a极端降水事件变化特征的季节性差异[J].大气科学学报,2009,32(6):744~751.

- [6] 王 冀,江志红,严明良,等.1960-2005年长江中下游极端降水指数变化特征分析[J].气象科学,2008,28(4):384~388.
- [7] 陆 虹,何 慧,陈思蓉.华南地区1961-2008年夏季极端降水频次的时空变化[J].生态学杂志,2010,29(6):1213~1220.
- [8] 张 文,寿绍文,杨金虎,等.近45a来中国西北汛期降水极值的变化分析[J].干旱区资源与环境,2007,21(12):126~132.
- [9] 王志福,钱永甫.中国极端降水事件的频数和强度特征[J].水科学进展,2009,20(1):1~9.
- [10] 杨素英,孙风华,马建中.增暖背景下中国东北地区极端降水事件的演变特征[J].地理科学,2008,28(2):224~228.
- [11] 闵 岫,钱永甫.中国极端降水事件的区域性和持续性研究[J].水科学进展,2008,19(6):763~771.
- [12] 李 威,翟盘茂.中国极端强降水日数与ENSO的关系[J].气候变化研究进展,2009,5(6):336~342.
- [13] 汶林科,崔 鹏,杨红娟,等. ENSO与长江流域中游地区雨季极端降水的关系[J].山地学报,2011,29(3):299~305.
- [14] 张淑兰,王彦辉,于澎涛,等.泾河流域近50年来的径流时空变化与驱动力分析[J].地理科学,2011,31(6):721~727.
- [15] 孙桂丽,陈亚宁,李卫红.新疆极端水文事件年际变化及对气候变化的响应[J].地理科学,2011,31(11):1389~1395.
- [16] 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.
- [17] 杨金虎,江志红,王鹏祥,等.中国西北极端降水事件年内非均匀性特征分析[J].中国沙漠,2008,28(1):1200~1210.
- [18] 李玲萍,李岩瑛,钱 莉,等.1961-2005年河西走廊东部极端降水事件变化研究[J].冰川冻土,2010,32(3):497~504.
- [19] 胡宜昌,董文杰,何 勇.21世纪初极端天气气候事件研究进展[J].地球科学进展,2007,22(10):1066~1075.

Spatial and Temporal Change of Precipitation Extremes in Qilian Mountains and Hexi Corridor in Recent Fifty Years

JIA Wen-xiong¹, ZHANG Yu-shun¹, LI Zong-xing²

(1. College of Geography and Environment Science, Northwest Normal University, Lanzhou, Gansu 730070, China;

2. Cold and Arid Regions Environmental and Engineering Research Institute, Gansu Hydrology and Water Resources Engineering Research Center, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou, Gansu 730070, China)

Abstract: Based on the daily precipitation of 18 weather stations in Qilian Mountains and Hexi Corridor in 1960-2009, the temporal and spatial changes of precipitation extremes were analyzed by using methods of linear trend, ten moving trend and Mann-Kendall and thirteen indexes of precipitation extremes. The results indicated that the day numbers and amounts of precipitation extreme are on increasing, and this is contrary to intensities of precipitation extremes. Consecutive dry days and consecutive wet days are on decreasing, but max one day precipitation amount and max five day precipitation amount are on increasing. The change trends of precipitation extremes existed certain regional differences that the precipitation amount increased obviously and the variability of precipitation decreased gradually in the middle and west of Hexi Corridor, that the day numbers and the degrees of precipitation extremes increased in the middle of Hexi Corridor, that the amounts and the degrees increased in the east of Hexi Corridor and Qilian Mountains, and that the amounts and the degrees increased obviously in the middle of Qilian Mountains where it is most sensitive to global warming than other regions. The indexes of precipitation extreme changed abruptly in the middle of 1960s, the middle of 1970s, the first of 1980s, the middle and later of 1980s and the middle of 1990s. The abrupt spots are consistent to the times of the strong and weak change of East Asia Monsoon, South Asia Monsoon and Westerly Wind circulation.

Key words: precipitation extremes; inter-annual change; abrupt change; Qilian Mountains; Hexi Corridor