

齐月,陈海燕,房世波,等. 1961~2010年西北地区极端气候事件变化特征[J]. 干旱气象, 2015, 33(6): 963-969, [QI Yue, CHEN Haiyan, FANG Shibo, et al. Variation Characteristics of Extreme Climate Events in Northwest China During 1961-2010[J]. Journal of Arid Meteorology, 2015, 33(6): 963-969], doi:10.11755/j.issn.1006-7639(2015)-06-0963

1961~2010年西北地区极端气候事件变化特征

齐月¹, 陈海燕², 房世波³, 余卫国^{3,4}

(1. 中国气象局兰州干旱气象研究所, 甘肃省干旱气候变化与减灾重点实验室,

中国气象局干旱气候变化与减灾重点实验室, 甘肃 兰州 730020;

2. 江苏省连云港市灌南县气象局, 江苏 灌南 222500; 3. 中国气象科学研究院,

生态环境与农业气象研究所, 北京 100081; 4. 安徽理工大学测绘学院, 安徽 合肥 232001)

摘要:利用1961~2010年西北地区131个气象站的逐日平均气温、最高和最低气温及逐日降水资料,分析了西北地区极端气候事件的变化趋势及空间分布特征。结果表明:气候变暖背景下,西北地区近50 a来气温整体呈增加趋势,极端高温事件增多,极端低温事件减少;降水量呈微弱的增加趋势,极端降水事件增多;极端高温日数分别在1982年和1996年发生转折,95%、99%极端低温日数均在1980年前后发生突变,95%、99%极端降水日数分别在2000年和1980年出现转折,这与气温和降水的变化趋势一致。极端低温日数减少的幅度大于极端高温日数增加的幅度,表明气温日较差呈减小趋势,存在非对称性增温特征。空间上,增温率大的区域其极端高温日数增加,极端低温日数显著减少;95%、99%极端降水日数增率大的区域多位于降水量倾向率较高的地区。

关键词:极端气候事件;西北地区;非对称性增温;变化趋势

文章编号:1006-7639(2015)-06-0963-07 doi:10.11755/j.issn.1006-7639(2015)-06-0963

中图分类号:P467

文献标识码:A

引言

近一个世纪以来,气候系统正经历着以全球变暖为主要特征的显著变化,全球变暖使得水分循环加强、极端气候事件增多、旱涝频率加大,对社会稳定、经济发展和人民生活产生严重影响,极端气候事件已引起人们的广泛关注^[1-6]。IPCC第五次评估报告(AR5)指出,1880~2012年全球海陆表面平均温度呈线性上升趋势,升高了0.85℃。21世纪全球气温增幅可能超过1.5~2.5℃^[7]。最近50 a,中国年平均气温以0.25℃/10 a的增温率升高了1.5℃^[8-9],气温的升高不仅直接影响温度的极值变化,而且导致高温干旱、暴雨洪涝等极端气候事件发生频率增加^[10-12],但是气候变化存在明显的区域差异^[13-16]。

干旱半干旱区近100 a来是全球增温最显著的地区,特别是北半球中纬度地区,其增温是全球陆地

年平均增温的2~3倍,对全球陆地的增温贡献率超过50%^[17]。秦大河等^[18]研究发现,近50 a来中国西北干旱半干旱区变暖的强度高于全国平均值,以0.2℃/10 a的趋势增加,尤其是1980~1990年代升温迅速。相对于全球增温,降水量变化的区域差异更加明显^[19]。近半个世纪以来,中国年降水量呈减少趋势,而西部干旱半干旱区近50 a是400 a来年降水量最丰沛的时期,多雨主要发生在气候剧烈变暖的近30 a^[20]。杨金虎等^[21]分析1960~2004年西北5省(区)极端高(低)温频次和强度的变化特征得出,极端高温发生的频次和强度不断增加,而极端低温发生的频次和强度有所减弱。任朝霞等^[22]研究发现,近40 a西北干旱区最低温度日数有减少趋势,最高温度日数略有增加,极端降水日数有增加趋势。Wang等^[23]研究了近50 a来西北干旱区极端降水的时空分布特征发现,除了连续干旱时,降水和极端降水均呈增加趋势。

收稿日期:2015-01-28;改回日期:2015-05-16

基金项目:国家自然科学基金项目(41505098)、兰州干旱气象研究所基本科研业务费项目(KYYWF201504)和兰州干旱气象研究所科研启动项目(KYS2014SSKY04)共同资助

作者简介:齐月(1988-),女,山东章丘人,硕士,主要从事气候变化及其对农业的影响研究。E-mail:goodqiye@163.com

汪宝龙等^[24]研究发现,近 50 a 来西北地区高温日数显著增加,低温日数呈减少趋势,持续干旱日数呈增加趋势。

尽管前人采用相对阈值法对西北地区极端气候发生频率的趋势作了大量的研究^[25-27],但大多都采用发生概率 10% 作为极端气候的相对阈值,而对人类健康或生物影响较大的通常是出现频率极低的极端气候事件^[28-29]。为此,本研究将对人类和生态系统影响较大而出现概率极低的极端气候事件的阈值定义为 5% 和 1%,采用相对阈值法,基于 1961~2010 年西北地区(甘肃、青海、陕西、宁夏、新疆)131 个观测站数据,研究其时空变化规律。

1 资料和方法

1.1 资料来源

使用中国气象局国家气象中心网提供的 1961~2010 年西北地区 131 个站点逐日最高、最低气温及逐日降水资料,站点分布如图 1。为保证资料质量,已经进行了台站迁移影响消除处理及台站均一性检验和质量控制^[30]。

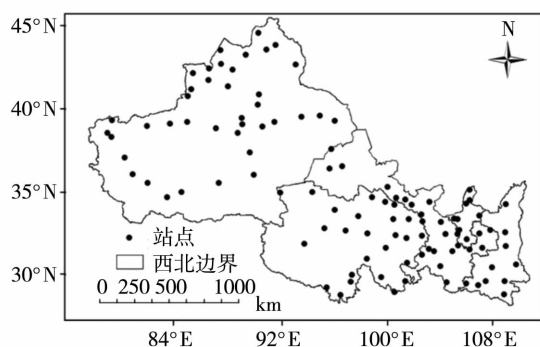


图 1 西北地区气象站点分布

Fig. 1 Spatial distribution of meteorological stations in Northwest China

1.2 研究方法

采用相对阈值中非参数百分法确定极端气候事件的阈值,选用世界气象组织(WMO)推荐的极端气候指数定义不同强度的极端气候事件^[31],具体将 1961~2010 年日降水量 $> 1 \text{ mm}$ 按升序排列的第 95%、99% 的降水量值作为该测站极端降水量的阈值;年极端降水日数指一年中日降水量超过该极端降水阈值的天数;将 1961~2010 年日最高(低)气温资料按升序排列,取其第 95/99 百分位值作为 95%/99% 极端高(低)温事件的上或下阈值,如果某日的最高或最低气温超越了该日极端温度事件的上或下阈值,则该日出现了 95%/99% 极端高(低)温事件;某时段内发生极端气温事件的天数成为极端气温日数。极端气温、降水的定义如表 1。

另外,利用 Mann-Kendall 方法对西北地区极端值的年际变化趋势进行突变检验^[32-33]。

2 结果与分析

2.1 西北地区气温和降水的年变化

近 50 a 来,西北地区多年平均气温为 $6.85 \text{ }^{\circ}\text{C}$,总体呈增加趋势,平均每 10 a 增加 $0.24 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (图 2a)。其中,1980 年代中期以前平均气温相对较低,但 1967、1969 年出现了气温的极大值,随后气温迅速升高,1990 年代中期再次出现大幅度升温过程,之后升温较缓慢。1990 年代前绝大多数年份的平均气温均低于多年平均值,1990 年代中期以后各年平均气温均高于多年平均值,这与孟秀敬等^[34]的研究结果相一致。

1961~2010 年间,西北地区多年平均降水量为 284.7 mm ,年降水量的变率较小,总体呈微弱上升趋势,气候倾向率为 $0.38 \text{ mm}/10 \text{ a}$ 。降水量波动较大,1960~1970 年代和 2000 年代降水偏丰,多于多年平均值;1980~1990 年代降水偏枯,低于多年平均值(图 2b)。

表 1 极端气温、降水事件指标的定义

Tab. 1 Definition of the indexes for extreme temperature and precipitation events

极端气候事件	定义
95% 极端高温日数(TM95p)/d	日最高气温 $> 95\%$ 分位值的天数
95% 极端低温日数(TN95p)/d	日最低气温 $< 95\%$ 分位值的天数
99% 极端高温日数(TM99p)/d	日最高气温 $> 99\%$ 分位值的天数
99% 极端低温日数(TN99p)/d	日最高气温 $< 99\%$ 分位值的天数
95% 极端降水日数(R95p)/d	日降水量($\geq 1 \text{ mm}$) $> 95\%$ 分位值的天数
99% 极端降水日数(R99p)/d	日降水量($\geq 1 \text{ mm}$) $> 99\%$ 分位值的天数

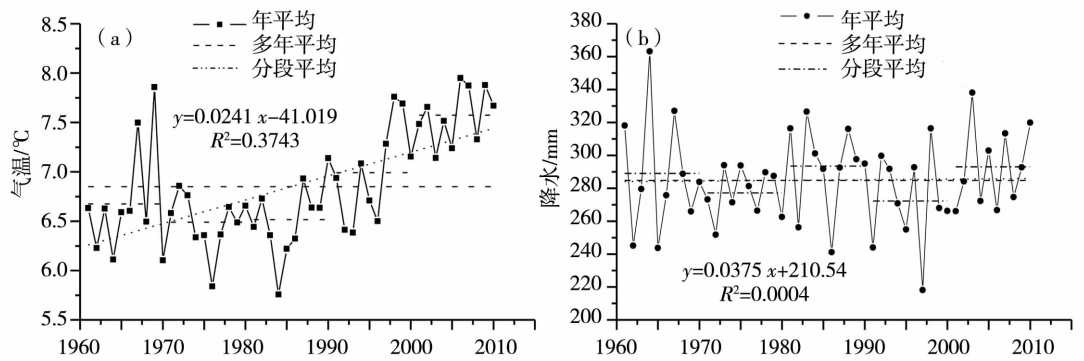


图2 1961~2010年西北地区年平均气温(a)和降水量(b)的变化

Fig. 2 The change of annual mean temperature (a) and precipitation (b) in Northwest China from 1961 to 2010

2.2 西北地区极端气候的时间变化

2.2.1 极端气温事件的年变化趋势

由图3a可知,近50a来西北地区95%、99%极端高温日数整体均呈显著增加趋势(通过了0.01显著性水平检验),前者增加的幅度大于后者,但不同时段变化特征存在差异。其中,1961~1995年95%、99%极端高温日数分别以 $-0.59\text{ d}/10\text{ a}$ 、 $-0.21\text{ d}/10\text{ a}$ 的趋势减少;随后,两者分别又以 $1.41\text{ d}/10\text{ a}$ 和 $0.44\text{ d}/10\text{ a}$ 的趋势增加,与年平均气温的变化趋势一致。

从95%、99%极端高温日数M-K曲线来看(图3b,图3c),西北地区95%、99%极端高温日数呈增加趋势,前者和后者的UF和UB曲线分别于1982年和1996年在置信区间内有1交点,且分别在2002年、2004年之后增温趋势显著,超过了0.05临界线($\alpha_{0.05} = +1.96$),表明近年来西北地区95%、99%极端高温日数显著增加。

由图4a可知,近50a来西北地区95%、99%极端低温日数的变化趋势与95%、99%极端高温日数正相反,整体均呈减少趋势,1961~1980年95%、99%极端低温日数分别以 $-2.27\text{ d}/10\text{ a}$ 、 $-0.23\text{ d}/10\text{ a}$ 的趋势减少;1981~2010年两者持续减少,前者减少速率有所减缓为 $-1.03\text{ d}/10\text{ a}$,而后者减少速率有所增加为 $-0.37\text{ d}/10\text{ a}$,99%极端低温日数减少趋势整体小于95%极端低温日数。

95%、99%极端低温日数的M-K突变检验(图4b,图4c)显示,近50a来西北地区极端低温日数均呈减少趋势,两者的UF和UB曲线在1980年均有1个交点,且位于置信区间内,说明西北地区95%、99%极端低温日数均在1980年发生突变。由UF正序列可见,95%、99%极端低温日数均自1987年后有显著减少趋势,超过0.05临界线($\alpha_{0.05} = -1.96$),表明两者减少趋势十分显著。

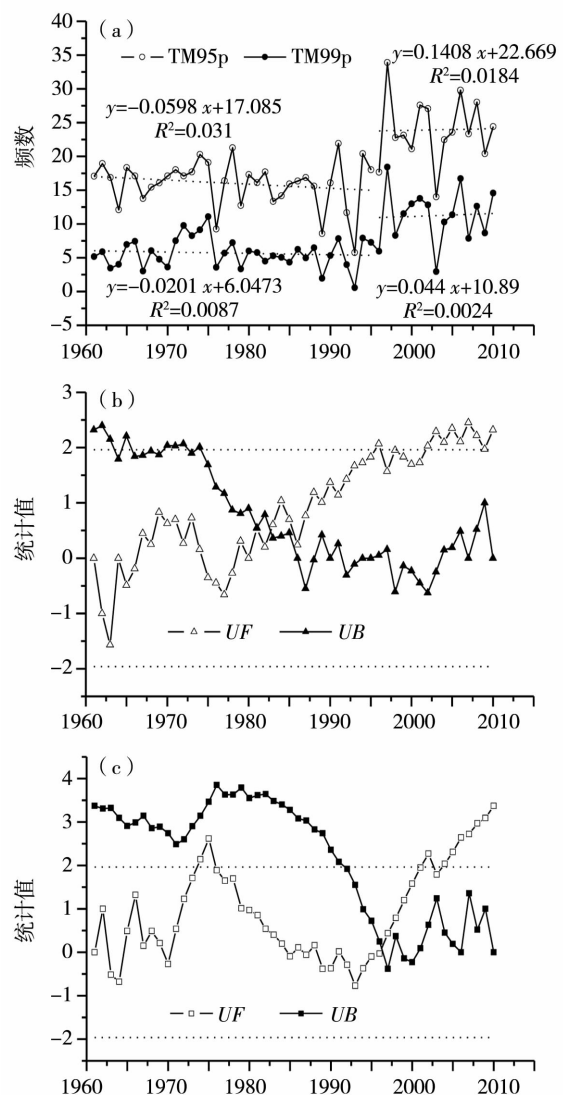


图3 1961~2010年西北地区极端高温日数的年际变化(a)和95%极端高温(b)、99%极端高温(c)的M-K检验

Fig. 3 The annual variation (a) and the M-K test (b,c) of the 95% (b) and 99% (c) extreme high temperature days in Northwest China from 1961 to 2010

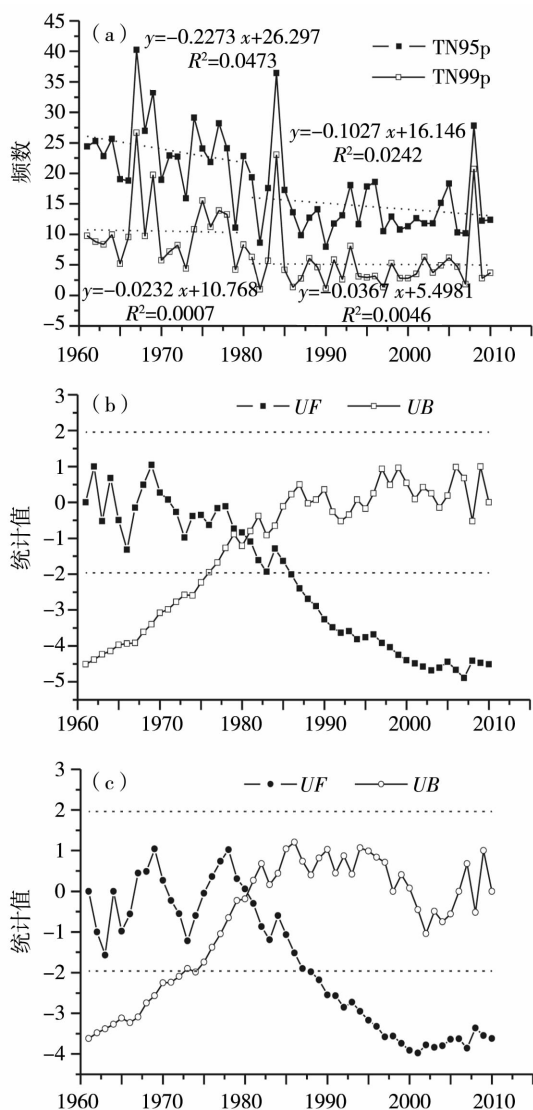


图4 1961~2010年西北地区极端低温日数年际变化(a)和95%极端低温(b)、99%极端低温(c)的M-K突变检验

Fig. 4 The annual variation (a) and M-K test (b,c) of the 95% (b) and 99% (c) extreme low temperature days in Northwest China from 1961 to 2010

综上所述,1961~2010年西北地区95%极端高温和99%极端高温日数整体均呈增加趋势,95%极端低温和99%极端低温日数均呈减少趋势,且极端低温日数减少的幅度大于极端高温日数增加的幅度,表明气温日较差呈减少趋势,存在非对称性增温特征。

2.2.2 极端降水事件的年变化趋势

为避免降水过少的站点对区域分析造成影响,将年降水量 <100 mm的站点剔除。1961~2010年西北地区95%、99%极端降水日数均呈显著增加趋势(通过了0.01显著性水平检验),增加率分别为

0.71 d/10 a和0.33 d/10 a,但趋势特征不同阶段略有差异(图5a)。1980年之前95%极端降水日数稳定增加,之后波动较大;而99%极端降水日数1980年以前以 -0.09 d/10 a的趋势减少,1981年之后以 0.32 d/10 a的趋势增加,与年降水量的变化趋势一致。

从95%、99%极端降水日数的M-K曲线来看(图5b,图5c),西北地区95%、99%极端降水日数呈增加趋势,UF和UB曲线分别于2000年和1982年左右在置信区间内相交,且均在2002年之后显著增加,超过了0.05显著性水平($\alpha_{0.05} = +1.96$)。说明2000年和1982年西北地区95%、99%极端降水

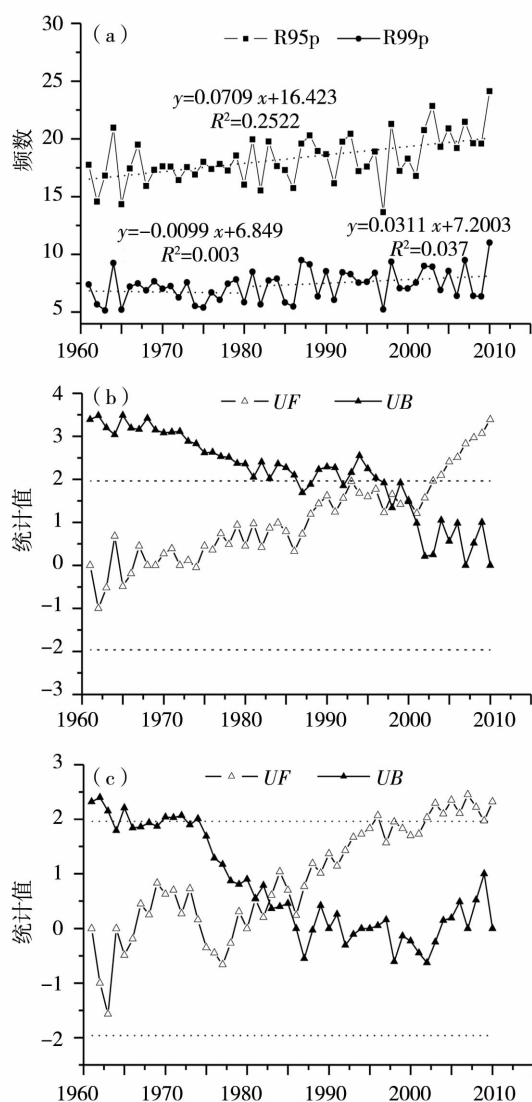


图5 1961~2010年西北地区极端降水日数年际变化(a)和95%极端降水日数(b)、99%极端降水日数(c)的M-K检验

Fig. 5 The annual variation (a) and M-K test (b,c) of the 95% (b) and 99% (c) extreme precipitation days in Northwest China from 1961 to 2010

日数分别发生了突变,且增加趋势十分显著。

上述分析可见,全球气候变暖背景下,西北地区极端高温和极端降水事件的发生愈来愈多,极端低温事件的发生愈来愈少。

2.3 西北地区极端气候的空间分布特征

2.3.1 极端气温事件的空间分布

1961~2010年,西北地区各站点95%极端高温日数的变化趋势不尽相同。除新疆中部和西部、陕西南部少数站点外,其余站点95%极端高温日数以0~7.8 d/10 a的趋势增加,其中甘肃76%的站点增加趋势显著($P < 0.05$,以下相同),青海80%的站点增加趋势显著(图6a)。99%极端高温日数变化趋势的空间分布与极端高温日数较相似,绝大部分站点以0~2.0 d/10 a的趋势增加,且多数站点增加趋势显著,减少的站点仅限于新疆中西部和陕西南部(图6b)。对比发现,95%极端高温日数的增加幅度明显高于99%极端高温日数。

近50 a来西北地区极端低温日数的变化趋势与极端高温日数正相反,绝大部分站点表现为减少趋势,其中95%极端低温日数以-11.2~0 d/10 a的趋势减少,且多数站点减少趋势显著,趋势增加的站点仅限于甘肃西北部(图6c);99%极端低温日数以-2.7~0 d/10 a的趋势减少,且以甘肃最为显著,其次为陕西和新疆北部地区,而青海和宁夏减少

趋势最不显著。另外对比发现,95%极端低温日数的减少幅度高于99%极端低温日数。

上述分析可见,西北地区95%、99%极端低温日数减少幅度明显高于95%、99%极端高温日数增加的幅度。极端高温日数增幅大的地区多分布在增温率大的区域,而增温率大的区域极端低温日数呈显著减少趋势,说明增温率越大的区域出现极端高温事件的概率越高、极端低温事件的概率越低。

2.3.2 极端降水事件的空间分布

图7是1961~2010年西北地区各站点极端降水日数的变化趋势。由图7a看出,除西北地区东南部外,其它地区近50 a来95%极端降水日数均呈增加趋势,增加率为0~7.2 d/10 a,新疆增加趋势最显著,且趋势增加的站点数量远大于趋势减少的站点数量。99%极端降水日数变化趋势的空间分布与95%极端降水日数的差异较大(图7b),新疆、青海、甘肃多数站点以0~1.1 d/10 a趋势增加,新疆中西部、青海中部、甘肃中部增加趋势显著,而宁夏、陕西绝大部分站点表现为减少趋势,趋势减少的站点数量远高于95%极端降水。另外发现,95%、99%极端降水日数增加幅度大的区域多位于降水量正倾向率高的地区,95%、99%极端降水日数减少的区域其降水量负倾向率较小,说明降水倾向率高的区域极易造成极端降水事件。

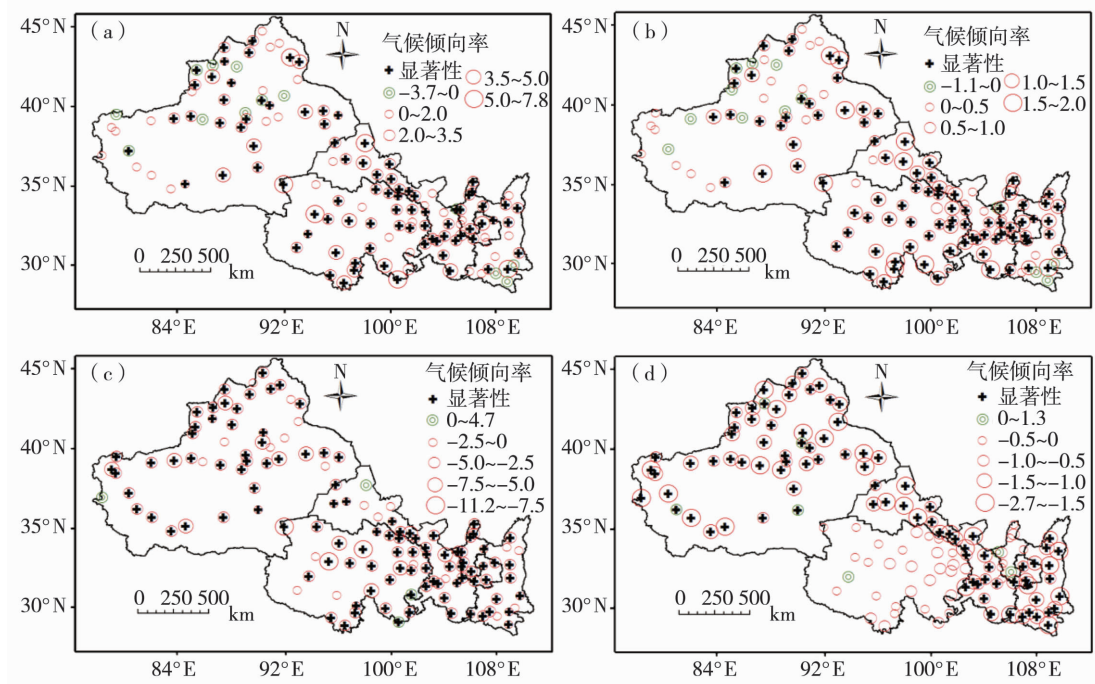


图6 1961~2010年西北地区95% (a,c)和99% (b,d)

极端高温(a,b)和低温(c,d)日数变化趋势空间分布(单位:d/10 a)

Fig. 6 The change trends of 95% (a,c) and 99% (b,d) extreme high (a,b) and low (c,d) temperature days in 131 stations of Northwest China from 1961 to 2010 (Unit:d/10 a)

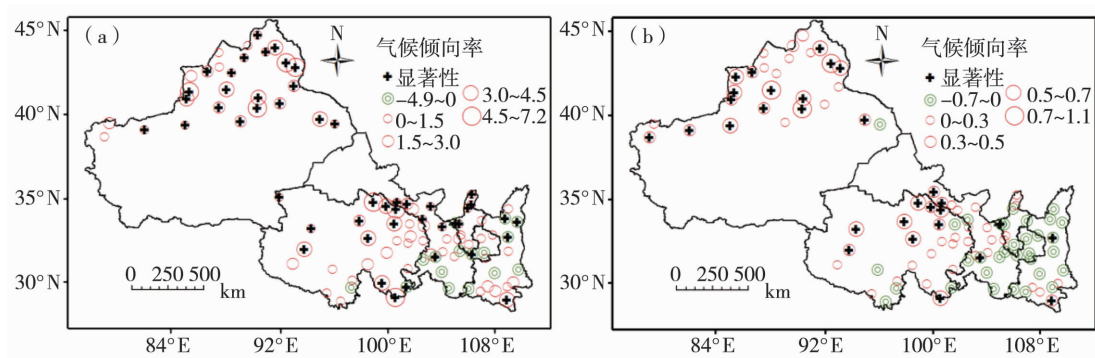


图7 1961~2010年西北地区95% (a)和99% (b)极端降水日数变化趋势的空间分布(单位:d/10 a)

Fig. 7 The change trends of 95% (a) and 99% (b) extreme precipitation days in Northwest China from 1961 to 2010 (Unit:d/10 a)

3 结 论

(1)1961~2010年,西北地区年平均气温整体呈显著增加趋势,1990年代之前年平均气温低于多年平均值,之后高于多年平均值;西北地区降水量变化较小,总体呈微弱上升趋势,但降水量的年际波动较大。

(2)1961~2010年西北地区极端高温日数以及极端降水日数整体均呈增加趋势,极端低温日数整体呈减少趋势。极端低温日数减少的幅度大于极端高温日数增加的幅度,表明气温日较差呈减小趋势,存在非对称性增温特征。

(3)95%极端高温和99%极端高温日数分别在1982年和1996年前后发生突变;95%极端低温日数和99%极端低温日数均在1980年发生突变;95%极端降水日数和99%极端降水日数分别在2000年、1982年前后发生突变。

(4)近50 a间西北地区95%、99%极端高温日数变化趋势的空间分布基本一致,除新疆中部和西部、陕西南部少数站点外,其他地区95%、99%极端高温日数均呈增加趋势,不同区域增加幅度有所不同,但大部分站点增加趋势显著。除甘肃西北部外,其他地区极端低温日数均呈减少趋势,各地区的减少幅度不同,其中多数站点95%极端低温日数减少趋势显著,而99%极端低温日数减少趋势显著的站点仅限于新疆、甘肃、陕西。新疆、甘肃中西部、青海西北部的95%极端降水日数均表现为显著增加趋势,新疆中西部和南部、甘肃中部、青海中北部的99%极端降水日数均表现为显著增加趋势。

全球变暖背景下,西北地区极端高温事件和极端降水事件愈来愈频繁,极端低温事件愈来愈少,西北地区由暖干气候向暖湿气候转变,沙尘天气有所减少。甘肃、陕西中部和北部、宁夏等地区极端高温

日数增加、极端降水日数减少,上述区域容易发生高温、干旱等气象灾害事件,应做好防灾减灾措施。

参考文献:

- [1] Easterling D R, Events 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, Roger A, Pielke J, 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] 林而达,许吟隆,蒋金荷,等. 气候变化国家评估报告(II):气候变化的影响与适用[J]. 气候变化研究进展, 2007,2(2):51-56.
- [4] 房世波,谭凯炎,任三学,等. 气候变暖对冬小麦生长和产量影响的大田实验研究[J]. 中国科学:地球科学,2012,42(12):1069-1075.
- [5] 陈怀亮,张红卫,薛昌颖. 中国极端天气事件与农业气象服务[J]. 气象与环境科学,2010,33(3):67-77.
- [6] 房世波,阳晶晶,周广胜. 30年来我国农业气象灾害变化趋势和分布特征[J]. 自然灾害学报,2011,20(5):69-73.
- [7] IPCC. Summary for Policymakers of Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change[R]. Cambridge, UK:Cambridge University Press, 2013.
- [8] 任国玉,初子莹,周雅清,等. 中国气温变化研究最新进展[J]. 气候与环境研究, 2005,10(4):701-716.
- [9] 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.
- [10] IPCC. Summary for policymakers of climate change 2007: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change[R]. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2007.
- [11] 郭雪,王志伟,俞胜彬,等. 20世纪我国东部地区的降水及极端旱涝事件变化规律[J]. 干旱气象,2013,31(3):476-481.
- [12] 郑广芬,冯建民,马宏永,等. 宁夏7月严重干旱事件的成因分

- 析[J]. 干旱气象, 2012, 30(3): 332–338.
- [13] 胡豪然, 毛晓亮, 梁玲. 近50年川渝地区夏季极端高温事件的时空演变特征[J]. 高原山地气象研究, 2008, 28(3): 15–20.
- [14] 张维, 林少冰, 杜尧东, 等. 华南地区1961—2008年暴雨事件的气候变化特征[J]. 气象与环境科学, 2011, 34(2): 20–24.
- [15] 尹云鹤, 吴绍红, 陈刚. 1961–2006年我国气候变化趋势与突变的区域差异[J]. 自然资源学报, 2009, 24(12): 2147–2157.
- [16] 白美兰, 郝润全, 李喜仓, 等. 1961~2010年内蒙古地区极端气候事件变化特征[J]. 干旱气象, 2014, 32(2): 189–193.
- [17] Zuo J Q, Wang J M, Huang J P, et al. Estimation of ground heat flux and its impact on the surface energy budget for semi-arid grassland[J]. *Sciences in Cold and Arid Regions*, 2011, 3(1): 41–50.
- [18] 秦大河, 丁一汇, 王绍武, 等. 中国西部生态环境变化与对策建议[J]. 地球科学进展, 2002, 17(3): 314–319.
- [19] 王绍武, 蔡静宇. 中国西部年降水量的气候变化[J]. 自然资源学报, 2002, 17(4): 415–422.
- [20] 施雅风, 沈永平, 胡汝骥. 西北气候由暖干向暖湿转型的信号、影响和前景初步研究[J]. 冰川冻土, 2002, 24(3): 219–226.
- [21] 杨金虎, 江志红, 魏锋, 等. 近45 a来中国西北极端高、低温的变化及对区域性增暖的响应[J]. 干旱区地理, 2006, 29(5): 625–631.
- [22] 任朝霞, 杨达源. 近40 a西北干旱区极端气候变化趋势研究[J]. 干旱区资源与环境, 2007, 21(4): 10–13.
- [23] Wang H, Chen Y, Chen Z. Spatial distribution and temporal trends of mean precipitation and extremes in the arid region, north-west of China, during 1960–2010[J]. *Hydrological Processes*, 2013, 27(12): 1807–1818.
- [24] 汪宝龙, 张明军, 魏军林, 等. 西北地区近50 a气温和降水极端事件的变化特征[J]. 自然资源学报, 2012, 27(10): 1720–1733.
- [25] 王有恒, 谭丹, 赵红岩. 近50 a来甘肃省极端高温事件变化特征[J]. 干旱气象, 2012, 30(3): 410–414.
- [26] 陈少勇, 王劲松, 郭俊庭, 等. 中国西北地区1961—2009年极端高温事件的演变特征[J]. 自然资源学报, 2012, 27(5): 832–844.
- [27] 杨金虎, 沈永平, 王鹏祥, 等. 中国西北近45 a来极端低温事件及其对区域增暖的响应[J]. 冰川冻土, 2007, 29(4): 536–542.
- [28] Oudin Astrom D, Forsberg B, Ebi K L. Attributing mortality from extreme temperatures to climate change in Stockholm, Sweden[J]. *Nature Climate Change*, 2013, 3(12): 1050–1054.
- [29] Vasseur D A, DeLong J P, Gilbert B. Increased temperature variation poses a greater risk to species than climate warming[J]. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 2014, 281(1779): 85–94.
- [30] 任福民, 翟盘茂. 1951—1990年中国极端气温变化分析[J]. 大气科学, 1998, 22(2): 217–227.
- [31] Klein Tank A M G, Zwiers F W, Zhang X B, et al. Guidelines on analysis of extremes in a changing climate in support of informed decisions for adaptation[J]. *World Meteorological Organisation (WMO)*, 2009, WCDMP–No. 72. WMO–TD No. 1500.
- [32] Alexander L V, Zhang X, Peterson T C, et al. Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation[J]. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 2006, 111(05): 1042–1063.
- [33] 魏凤英. 现代气候统计诊断与预测技术(第2版)[M]. 北京: 气象出版社, 2007.
- [34] 孟秀敬, 张士铎, 张永勇. 河西走廊57年来气温和降水时空变化特征[J]. 地理学报, 2012, 67(11): 1482–1492.

Variation Characteristics of Extreme Climate Events in Northwest China During 1961–2010

QI Yue¹, CHEN Haiyan², FANG Shibo³, YU Weiguo^{3,4}

(1. *Institute of Arid Meteorology, CMA, Key Laboratory of Arid Climatic Change and Reducing Disaster of Gansu Province, Key Laboratory of Arid Climatic Change and Disaster Reduction of CMA, Lanzhou 730020, China;*
2. *Guannan Meteorological station of Jiangsu Province, Guannan 222500, China;*
3. *Institute of Eco-environment and Agro-meteorology, Chinese Academy of Meteorological Sciences, Beijing 100081, China;* 4. *Anhui University of Science & Technology, Hefei 232001, China*)

Abstract: Based on the daily average, maximum and minimum temperature and daily precipitation from 131 meteorological stations in Northwest China during 1961–2010, the 95% and 99% extreme climate events were respectively defined by setting 95% and 99% as thresholds firstly. And on this basis, the trend characteristics of 95% and 99% extreme temperature and precipitation days were analyzed. The results showed that the average temperature in Northwest China presented a significant increasing trend and the precipitation showed a slight increasing trend in the past 50 years. With the global warming, the extreme high temperature events increased and the extreme low temperature events decreased, while the extreme precipitation events increased. There were abrupt changes for the 95% and 99% extreme low temperature days as well as the 99% precipitation days in 1980, the 95% extreme precipitation days in 2000, and the 95% (99%) extreme high temperature days in 1982 (1996), which were consistent with the change trend of temperature and precipitation. The decrease of the extreme low temperature days during 1961–2010 was obviously greater than the increase of the extreme high temperature days, which indicated temperature daily range decreased and there was an asymmetric warming. In space, the 95% and 99% extreme high temperature days increased and the 95% and 99% extreme low temperature days decreased in area with higher warming rate, and the significant increasing of the 95% and 99% extreme precipitation days were concentrated in area with higher tendency rate of precipitation.

Key words: extreme climate events; Northwest China; asymmetric warming; trends