

近50年来祁连山及河西走廊极端气温的季节变化特征

贾文雄

(西北师范大学地理与环境科学学院, 甘肃 兰州 730070)

摘要: 利用1960~2009年的日平均气温资料,采用线性趋势、Morlet小波分析、Mann-Kendall法对祁连山及河西走廊极端气温的季节变化特征进行了分析。结果表明:各季节极端高温天气呈显著增多趋势,极端低温天气呈显著减少趋势;各季节极端气温天气的变化周期略有不同,春、夏、秋、冬季极端高温天气的主周期分别为8、14、16、16 a,极端低温天气的主周期分别为14、16、14、6 a;春、夏、秋、冬季极端高温天气分别在2002、1997、1994、1986年突变增多,极端低温天气分别在2002、1997、1987、1986年突变减少,秋、冬季极端气温天气对全球气候变暖的响应比春、夏季早。

关 键 词: 极端气温;周期变化;气候突变;祁连山;河西走廊

中图分类号: P467 **文章标识码:** A **文章编号:** 1000-0690(2012)11-1377-07

在气候变暖的背景下,全球极端天气和气象灾害发生的频率增大,气象灾害造成的损失加重,这严重影响农业生产、社会经济和区域可持续发展。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。就全球而言,日夜温度变化不对称,最低气温升温幅度较大,而最高气温升温幅度较小,日较差呈变小趋势^[1],暖夜日数显著增加,霜冻日数显著减少^[2]。中国极端高温和极端低温变化不对称,极端低温的增温幅度明显大于极端高温的增幅^[3-9],霜冻日数和结冰日数明显减少,夏季日数和炎热夜数明显增多^[10-16],极端最低温度在冬、秋季增温趋势显著,极端最高温度在秋季降温趋势明显^[4,10,17]。尽管研究的区域范围有所不同,但对全球气候变暖的响应是一致的。

祁连山及其北坡的河西走廊是不同的自然地理单元,是水资源这一纽带将它们联系在一起。研究表明,河西地区在20世纪90年代中后期以后高温天气明显增多,影响范围扩大^[18-20]。已有研究

主要涉及河西地区夏季极端高温天气的变化,而极端气温天气在任何季节都会发生。祁连山及河西走廊受不同环流系统的影响,局地气候变化比较复杂,干旱、洪涝、沙尘暴、干热风、低温冻害、雪灾等气象灾害频繁发生。本文将它们作为一个整体,从极端高温和低温两个方面来研究极端气温的季节变化,进而为地方政府应对气候变化和防治气象灾害提供科学依据。

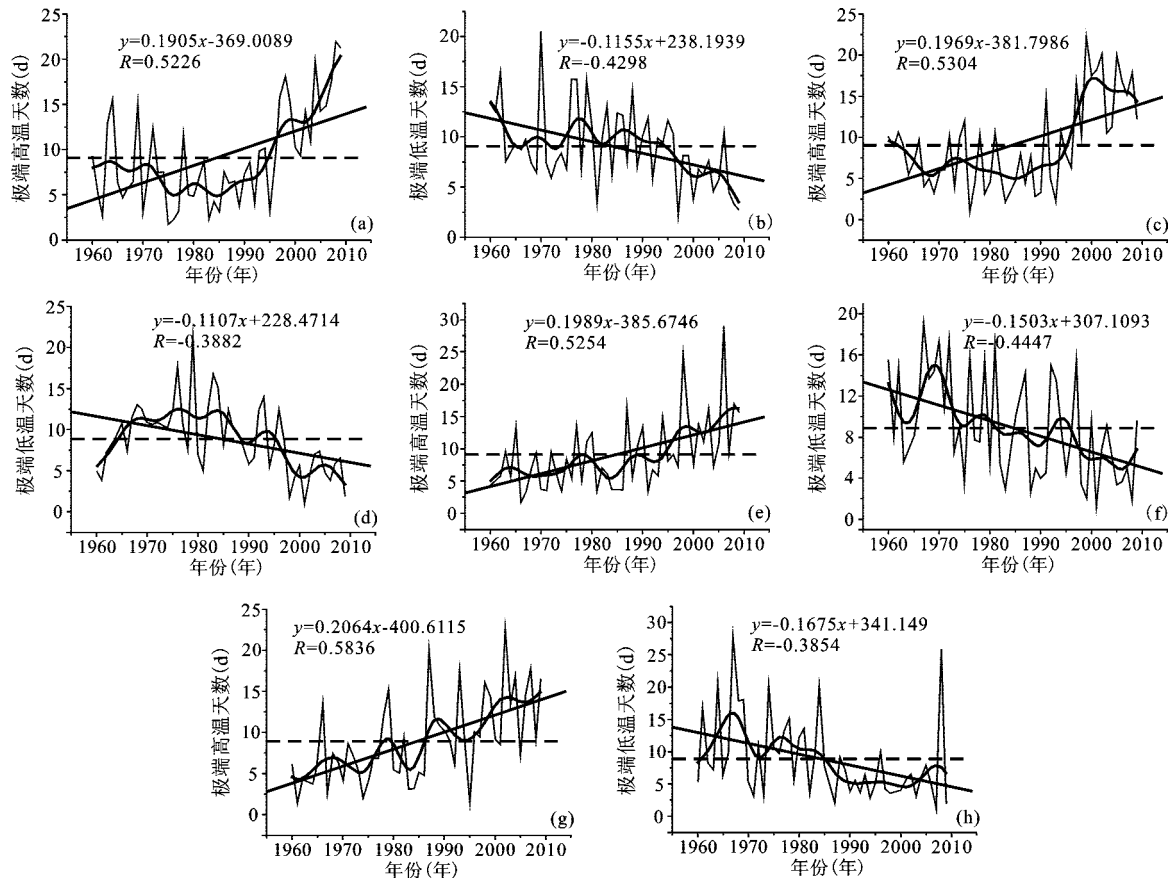
1 资料与研究方法

收集了祁连山及河西走廊18个气象站(图1)1960~2009年的日平均气温资料,资料来源于国家气象局信息中心。从概率分布的角度来看,极端天气事件就是发生概率极小的事件,通常发生概率只占该类天气现象的10%或者更低^[21],常用的做法是将观测气温中最高的10%定义为异常高温事件,最低的10%定义为异常低温事件^[11]。本文极端气温的统计方法是,将某站1960~2009年中某日的气温数据按升序排列,将第90个和第10个百分位值作为极端气温的阈值,当某日的气温高于第90

收稿日期: 2011-11-20; **修订日期:** 2012-05-20

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)、西北师范大学“知识与科技创新工程”科研骨干培训项目(nwnu-kjxcgc-03-78)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



折线为年际变化; 曲线为5 a滑动趋势; 斜线为多年趋势; 短线为多年平均

图2 祁连山及河西走廊春、夏、秋、冬季极端高温天气(a,c,e,g)和极端低温天气(b,d,f,h)的年际变化趋势

Fig.2 Inter-annual change of extreme high temperature days(a,c,e,g) and extreme low temperature days(b,d,f,h) in spring, summer, autumn and winter in Qilian Mountains and Hexi Corridor

14、20 a左右的周期变化上振荡强烈,其中8 a左右的周期变化是主周期;8 a左右的周期变化在20世纪60年代至80年代初、2005年以后明显,10 a左右的周期变化在90年代中期后明显,14 a左右的周期变化90年代中期以后明显,20 a左右的周期变化在60~70年代初明显。夏季极端高温天气存在6~8、12~16、18~22 a三个振荡周期(图3c、4c);在6、14、20 a左右的周期变化上振荡强烈,其中14 a左右的周期变化是主周期;6 a左右的周期变化在70年代中期至90年代中期明显,14 a左右的周期变化在90年代中期以后明显,20 a左右的周期变化不太明显。秋季极端高温天气存在6~8、12~18 a两个振荡周期(图3e、4e);在6、16 a左右的周期变化上振荡强烈,其中16 a左右的周期变化是主周期;6 a左右的周期变化在2003年以后明显,8 a左右的周期变化在90年代中期至2003年明显,16 a左右的周期变化在60年代中期之前、80年代以后明显。冬季极端高温天气存在6~10、12~18、24 a

以上三个振荡周期(图3g、4g);在8、12、16、26 a左右的周期变化上振荡强烈,其中16 a左右的周期变化是主周期;8 a左右的周期变化在90年代中期至2005年明显,12 a左右的周期变化不太明显,16 a左右的周期变化在60年代中期至90年代初明显,26 a左右的周期变化在60年代中后期之前、90年代初之后明显。

春季极端低温天气存在6~10、12~16 a两个振荡周期(图3b、4b);在6、14 a左右的周期变化上振荡强烈,其中14 a左右的周期变化是主周期;6 a左右的周期变化在20世纪70~80年代中期明显,8 a左右的周期变化在60~70年代初明显,14 a左右的周期变化在60~80年代中期、2005年以后明显。夏季极端低温天气存在6~8、12~18 a两个振荡周期(图3d、4d);在6、16 a左右的周期变化上振荡强烈,其中16 a左右的周期变化是主周期;6 a左右的周期变化在70年代中期至90年代末明显,8 a左右的周期变化在80年代至90年代中期明显,16 a左

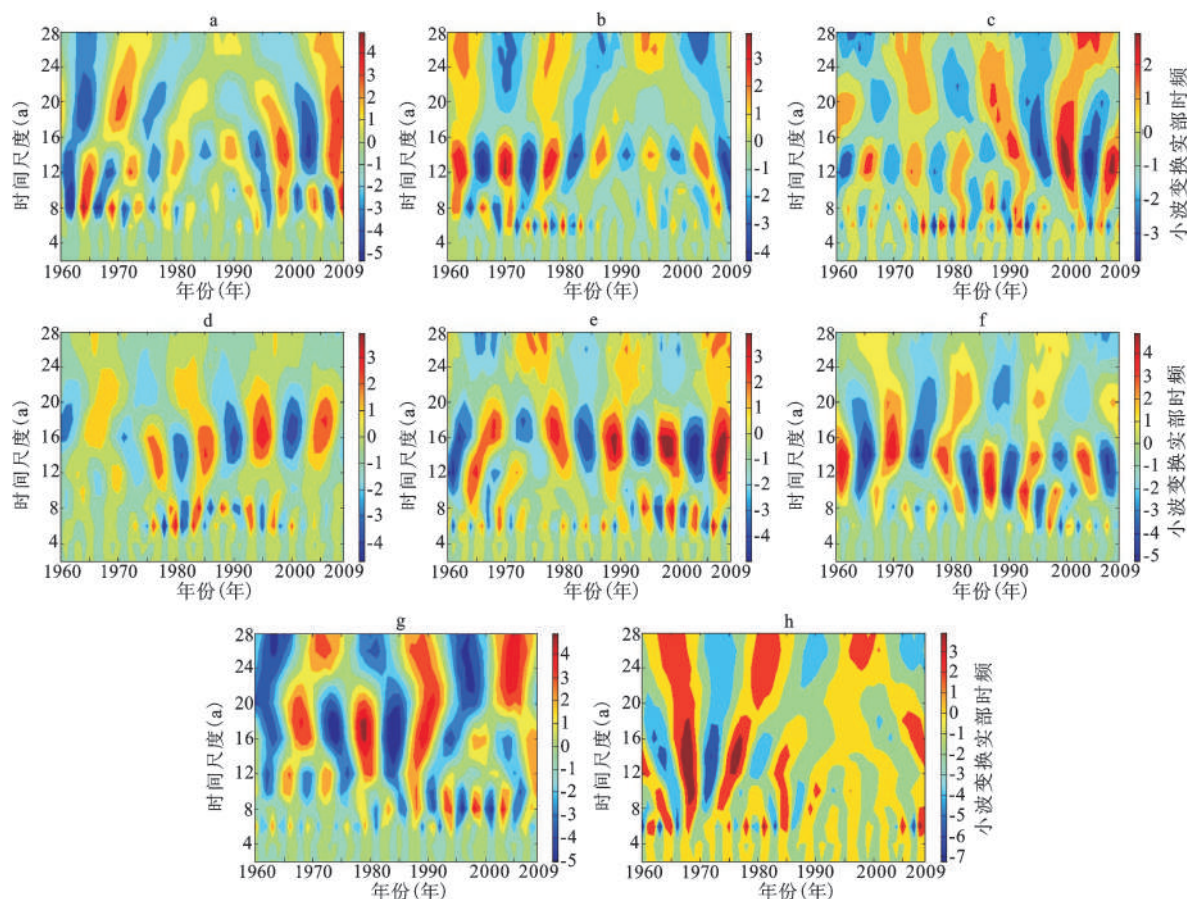


图3 祁连山及河西走廊春、夏、秋、冬季极端高温天气(a,c,e,g)和极端低温天气(b,d,f,h)的小波变换实部时频

Fig.3 The distribution of time frequency on real part of wavelet transform of extreme high temperature days(a,c,e,g) and extreme low temperature days(b,d,f,h) in spring, summer, autumn and winter in Qilian Mountains and Hexi Corridor

右的周期变化在80年代以后明显。秋季极端低温天气存在6~10、12~16、18~22 a三个振荡周期(图3f,4f);在10、14、20 a的周期变化上振荡强烈,其中14 a左右的周期变化是主周期;10 a左右的周期变化在80年代中期至90年代中期明显,14 a左右的周期变化在60~80年代初、2000年以后明显,20 a左右的周期变化不太明显。冬季极端低温天气存在6~8、12~16、24 a以上三个振荡周期(图3h,4h);在6、14、26 a左右的周期变化上振荡强烈,其中6 a左右的周期变化是主周期;6 a左右的周期变化在60年代中后期之前、70年代中后期至80年代中期、2005年以后明显,14 a左右的周期变化在60~80年代初明显,26 a左右的周期变化也在60~80年代初明显。

4 极端气温天气的突变

在0.05的置信度水平下($u_{0.05}=\pm 1.96$),祁连山及河西走廊各季节极端气温天气均发生突变(图

5),但突变的时间点有所不同。春、夏、秋、冬季极端高温天气分别在2002、1997、1994、1986年发生突变(图5a、c、e、g),突变前平均分别为7.62、6.59、6.93、6.07 d,突变后平均分别为16.76、16.06、13.51、12.28 d,突变后比突变前分别增多9.14、9.47、6.58、6.21 d。春、夏、秋、冬季极端低温天气分别在2002、1997、1987、1986年发生突变(图5b、d、f、h),突变前平均分别为9.67、10.29、10.75、11.61 d,突变后平均分别为5.65、4.86、6.55、5.82 d,突变后比突变前分别减少4.02、5.43、4.2、5.79 d。春、夏、冬季极端高温和极端低温天气突变的时间点是一致的,春季在本世纪初突变增多或减少,夏季在20世纪90年代中后期突变增多或减少,冬季在80年代中期突变增多或减少,而秋季极端高温天气在90年代中期突变增多,极端低温天气在80年代中后期突变减少,极端低温天气突变的时间比极端高温天气突变早8 a左右,可见秋季极端气温天气的变化是从极端低温天气的变化开始的。

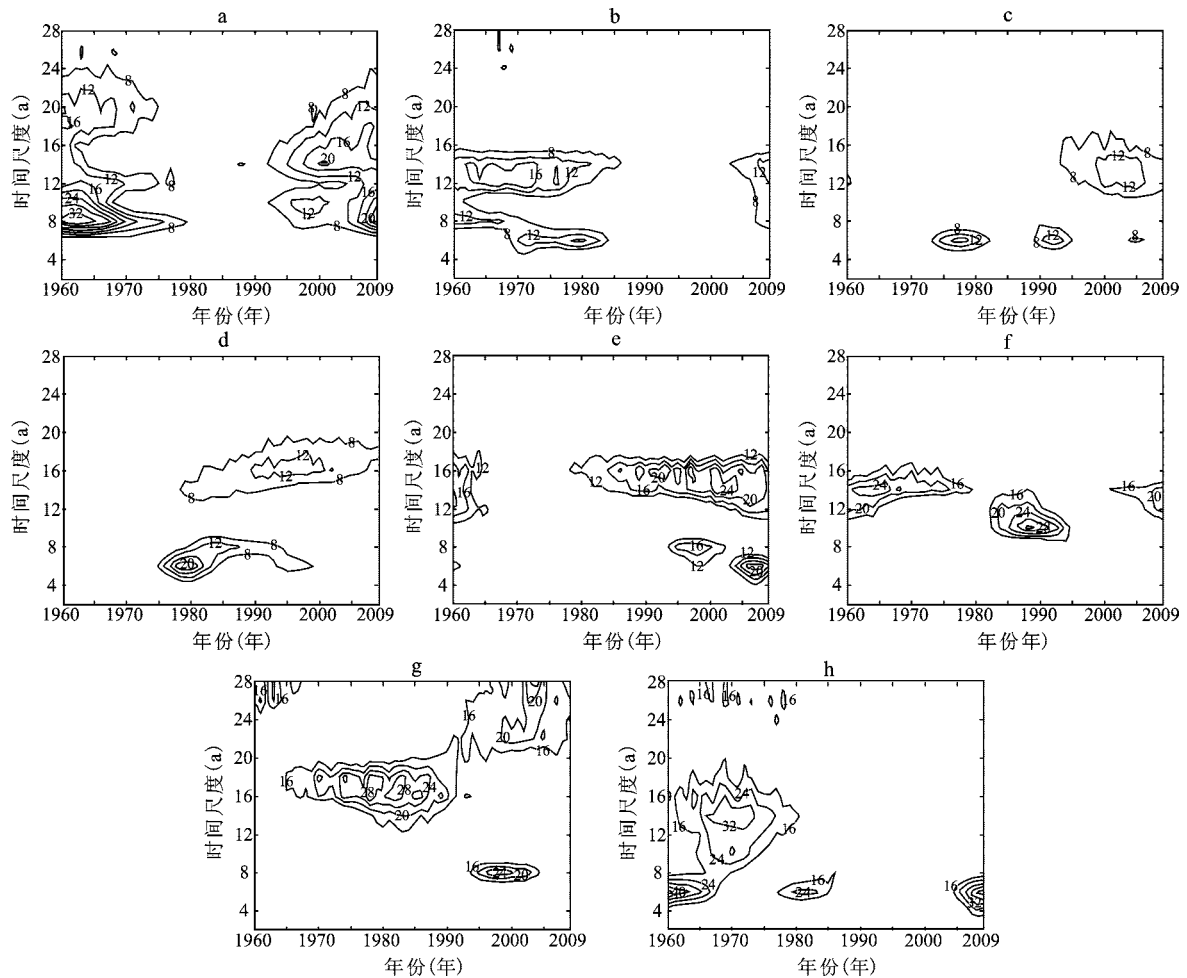


图4 祁连山及河西走廊春、夏、秋、冬季极端高温天气(a,c,e,g)和极端低温天气(b,d,f,h)的小波变换模平方时频

Fig.4 The distribution of time frequency on modulus square of wavelet transform of extreme high temperature days(a,c,e,g) and extreme low temperature days(b,d,f,h) in spring, summer, autumn and winter in Qilian Mountains and Hexi Corridor

5 结论与讨论

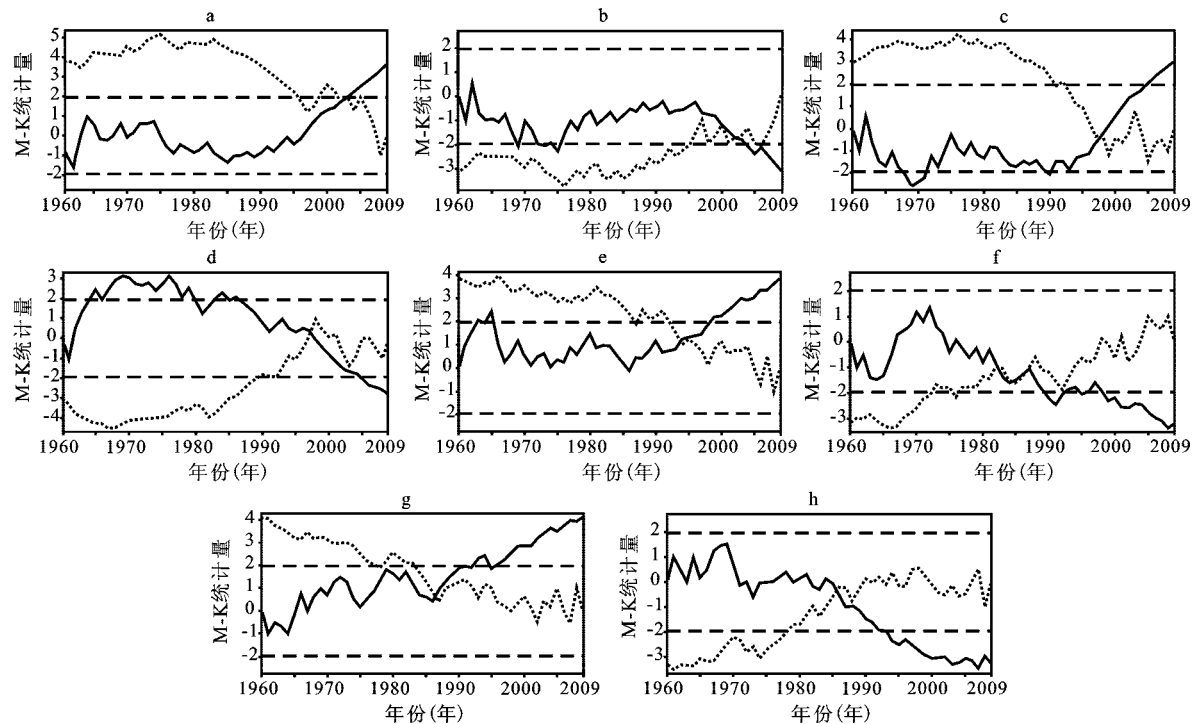
1) 祁连山及河西走廊各季节的极端高温天气均呈显著增多趋势,在20世纪80年代中期之后大幅波状增多,极端低温天气均呈显著减少趋势,春、夏季在80年代中期之后大幅波状减少,而秋、冬季在60年代中后期之后大幅波状减少。冬季极端高温和极端低温天气的变化比其它各季节早10 a左右,可见极端气温天气的显著变化先是从冬季开始的。

2) 祁连山及河西走廊各季节极端气温天气的周期变化略有不同,但主要集中在6~10、12~16、18~22 a。春、夏、秋、冬季极端高温天气的主周期分别为8、14、16、16 a,极端低温天气的主周期分别为14、16、14、6 a。各季节极端气温天气变化的周期在不同的时间段上振荡程度不同,在某些时间

段振荡强烈,周期性变化明显。

3) 祁连山及河西走廊春、夏、秋、冬季极端高温天气分别在2002、1997、1994、1986年突变增多,极端低温天气分别在2002、1997、1987、1986年突变减少。除秋季外,其它季节极端高温天气与极端低温天气的突变具有同步性,秋、冬季极端气温天气对全球气候变暖的响应比春、夏季早。

4) 祁连山及河西走廊极端高温天气发生的频率在增加,极端低温天气发生的频率在减小。极端高温天气增多会加大祁连山森林和草原的防火压力,河西走廊干热风发生的频率也会随之增加,而极端低温天气减少虽降低冻害发生的频率,但也有利于害虫越冬,易导致发生森林、草原和农田的病虫灾害,对生态环境保护和农业生产具有潜在威胁。



实折线为UF曲线;虚折线为UB曲线;短线为临界值

图5 祁连山及河西走廊春、夏、秋、冬季极端高温天气(a,c,e,g)和极端低温天气(b,d,f,h)的突变检验

Fig.5 Abrupt analysis of extreme high temperature days(a,c,e,g) and extreme low temperature days(b,d,f,h) in spring, summer, autumn and winter in Qilian Mountains and Hexi Corridor

参考文献:

- [1] Karl T R, Kukla G, Razuvayev V N, et al. Global warming: Evidence for asymmetric diurnal temperature change[J]. Geophysical Research Letters, 1991, 18(12): 2253-2256.
- [2] Frich P, Alexander L V, Della-Marta P, et al. Observed coherent changes in climatic extremes during the second half of the twentieth century[J]. Climate Research, 2002, 19(3): 193-212.
- [3] 张宁, 孙照渤, 曾刚. 1955~2005年中国极端气温的变化[J]. 南京气象学院学报, 2008, 31(1): 123-128.
- [4] 孙凤华, 袁健, 关颖. 东北地区最高、最低温度非对称变化的季节演变特征[J]. 地理科学, 2008, 28(4): 532-536.
- [5] 杨金虎, 江志红, 魏锋, 等. 近45a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.
- [6] 伍红雨, 杜尧东. 1961~2008年华南地区极端气温的非对称变化[J]. 生态学报, 2010, 29(11): 2241-2248.
- [7] 张立伟, 宋春英, 延军平. 秦岭南北极端气温的时空变化趋势研究[J]. 地理科学, 2011, 31(8): 1007-1011.
- [8] 薛红喜, 孟丹, 吴东丽, 等. 1959~2009年宁夏极端温度阈值变化及其与AO指数相关分析[J]. 地理科学, 2012, 32(3): 380-385.
- [9] 任永建, 陈正洪, 肖莺, 等. 武汉区域百年地表气温变化趋势研究[J]. 地理科学, 2010, 30(2): 278-282.
- [10] 周雅清, 任国玉. 中国大陆1956~2008年极端气温事件变化特征分析[J]. 气候与环境研究, 2010, 15(4): 405-417.
- [11] 龚道溢, 韩晖. 华北农牧交错带夏季极端气候的趋势分析[J]. 地理学报, 2004, 59(2): 230-238.
- [12] 游庆龙, 康世昌, 李潮流, 等. 三江源地区1961~2005年气温极端事件变化[J]. 长江流域资源与环境, 2008, 17(2): 232-236.
- [13] 郑祚芳. 北京极端气温变化特征及其对城市化的响应[J]. 地理科学, 2011, 31(4): 459-463.
- [14] 陈晓光, Declan Conway, 郑广芬, 等. 1961~2004年宁夏极端气温变化趋势分析[J]. 气候变化研究进展, 2008, 4(2): 73-77.
- [15] 李志, 刘文兆, 郑粉莉. 1965~2005年泾河流域极端温度事件变化特征[J]. 地理科学, 2010, 30(3): 469-474.
- [16] 崔林丽, 史军, 周伟东. 上海极端气温变化特征及其对城市化的响应[J]. 地理科学, 2009, 29(1): 93-97.
- [17] 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.
- [18] 李玲萍, 李庆玉, 李岩瑛. 河西走廊东部高温天气气候特征分析[J]. 干旱地区农业研究, 2009, 27(2): 35-40.
- [19] 孙兰东, 岳立, 刘新伟, 等. 甘肃省极端最高气温的气候特征分析[J]. 应用气象学报, 2006, 17(增刊): 110-117.
- [20] 赵庆云, 赵红岩, 王勇. 甘肃省夏季异常高温及其环流特征分析[J]. 中国沙漠, 2007, 27(4): 639-643.
- [21] 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.
- [22] 董长虹. Matlab小波分析工具箱原理与应用[M]. 北京: 国防工业出版社, 2004: 19-29.
- [23] 魏凤英. 现代气候统计诊断与预测技术[M]. 北京: 气象出版社, 1999: 69-72.

Seasonal Characteristics of Extreme Temperature Changes in Qilian Mountains and Hexi Corridor During Last Fifty Years

JIA Wen-xiong

(College of Geography and Environment Science, Northwest Normal University, Lanzhou, Gansu 730070, China)

Abstract: Based on daily temperature data of 18 meteorological stations in Qilian Mountains and Hexi Corridor from 1960 to 2009, the seasonal characteristics of extreme temperature change were analyzed by methods of linear trend, Morlet wavelet and Mann-Kendall. The results indicate that extreme high temperature days in each season are on the rise significantly, especially increased with larger scales after the middle of 1980s. But that is contrary to extreme low temperature days, which decreased with larger scales after the middle of 1980s in spring and summer, and decreased after the middle and later of 1960s in autumn and winter. The changing scale of extreme temperature days is the largest in winter, and the changes of them are before ten years in winter than in other seasons, which indicated that the significant change of extreme temperature days took place in winter firstly. The cycle changes of extreme temperature days in different seasons are different, but they are grouped in 6-10 a, 12-16 a and 18-22 a. The major cycle of extreme high temperature days in spring, summer, autumn and winter are changing respectively with 8 a, 14 a, 16 a and 16 a, and that of extreme low temperature days are changing respectively with 14 a, 16 a, 14 a and 6 a. The mutation of extreme high temperature days in spring, summer, autumn and winter increased in 2002, 1997, 1994, 1986, respectively, but that of extreme low temperature days decreased in 2002, 1997, 1987, 1986, respectively. Except autumn, the abrupt changes of extreme high temperature days and extreme low temperature days in other seasons are coincident. The response to global warming of extreme temperature days is earlier in autumn and winter than that in spring and summer. The change of extreme temperature days will bring some effect to the Qilian Mountains and Hexi Corridor. The increase of extreme high temperature days will add pressure of preventing fire for forest and grasslands in Qilian Mountains. The decrease of extreme low temperature days will reduce the occurrence frequency of freeze damage, but it will be contribute to destructive insect to crossing the winter, which will cause the disasters of plant disease and insect pest in forest, grasslands and farmland, and it will be a potential threaten for protection of ecology environment and agriculture production.

Key words: extreme temperature; cycle change; abrupt change of climate; Qilian Mountains; Hexi Corridor