

Analysis of the Characteristics of Climate Change in Rucheng during 1981 to 2014

Wenyi Xiao¹, Yun Fang², Jinning Wang³

¹Rucheng Meteorological Bureau, Rucheng Hunan

²College of Atmospheric Sciences, Chengdu University of Information Technology, Plateau Atmosphere and Environment Key Laboratory of Sichuan Province, Chengdu Sichuan

³96313 Troops of PLA, Shaoyang Hunan

Email: fangyun228@163.com

Received: Jan. 3rd, 2016; accepted: Jan. 20th, 2016; published: Jan. 27th, 2016

Copyright © 2016 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

Based on the daily temperature data at 10 stations in Chenzhou and the daily precipitation data of Rucheng during the period from 1981 to 2014, the climatic characteristics of Rucheng were studied by applying the moving average, Mann-Kendall and Morlet wavelet analysis methods. The results show that: 1) The annual average temperature is through a process of decreasing first and then increasing, rising abruptly in 1996 and the temperature has both 4 and 11 years quasi-periodic variations. 2) With the longest climatic comfortable period, the climate of Rucheng is fairly mild in winter and rather cool in summer. The average temperature is 24.9°C in summer and 7.7°C in winter. 3) The linear trend of precipitation in Rucheng is not significant, but there is a 2 to 5 year oscillation which is divided into one pluvial period and two dry periods. 4) The peak of precipitation of Rucheng happens in spring and summer; the anomalous precipitation events are concentrated in the 21st century.

Keywords

Rucheng, Climatic Change Characteristics, Temperature, Precipitation

1981~2014年湖南汝城县气候变化特征分析

肖文益¹, 方 韵², 王晋宁³

¹湖南省郴州市汝城县气象局, 湖南 汝城县

²成都信息工程大学大气科学学院/高原大气与环境四川省重点实验室, 四川 成都

文章引用: 肖文益, 方韵, 王晋宁. 1981~2014 年湖南汝城县气候变化特征分析[J]. 气候变化研究快报, 2016, 5(1): 15-23. <http://dx.doi.org/10.12677/ccrl.2016.51003>

³中国人民解放军96313部队, 湖南 邵阳
Email: fangyun228@163.com

收稿日期: 2016年1月3日; 录用日期: 2016年1月20日; 发布日期: 2016年1月27日

摘要

利用1981~2014年郴州市10个气象站的逐日气温实测资料以及汝城站逐日降水资料, 采用滑动平均、Mann-Kendall与Morlet小波分析等统计诊断方法对汝城县34年的气候特征进行分析。结果表明, 1) 汝城县的年均气温总体上经历了从降温到增温的过程, 气温突增是从1996年开始的, 年均气温呈现4年及11年的准周期变化特征。2) 汝城气候冬暖夏凉, 为湖南省气候舒适期最长的城市, 夏季平均气温为24.9℃, 冬季平均气温为7.7℃。3) 汝城县年降水量线性趋势不明显, 以2~5 a的年际周期为主, 可分为一个多雨期和两个少雨期。4) 汝城县降水主要集中在春季和夏季, 异常降水主要出现在21世纪。

关键词

汝城县, 气候特征, 气温, 降水

1. 引言

全球气候变暖已成为全世界热议的话题。20世纪80年代以来全球气温显著上升, 全球地表温度升高了 $0.74^{\circ}\text{C} \pm 0.18^{\circ}\text{C}$ [1]。过去50年的增温几乎是过去100年的两倍[2]。近百年来我国气温上升了 $0.5 - 0.8^{\circ}\text{C}$, 比同期全球的增温幅度略高[3]。在全球气候变暖的背景下, 中国东部季风区降水变化显著, 长江中下游及东南沿海一带降水明显偏多, 而东北、西南及华东北部等地降水明显减少[4]-[8]。湖南省区域气候也发生了显著的变化, 旱涝灾害、高温等极端事件频繁出现[9]。

汝城县(图1)地处南岭山脉北麓, 位于湖南省东南部, 与广东、江西两省接壤, 有“毗连三省, 水注

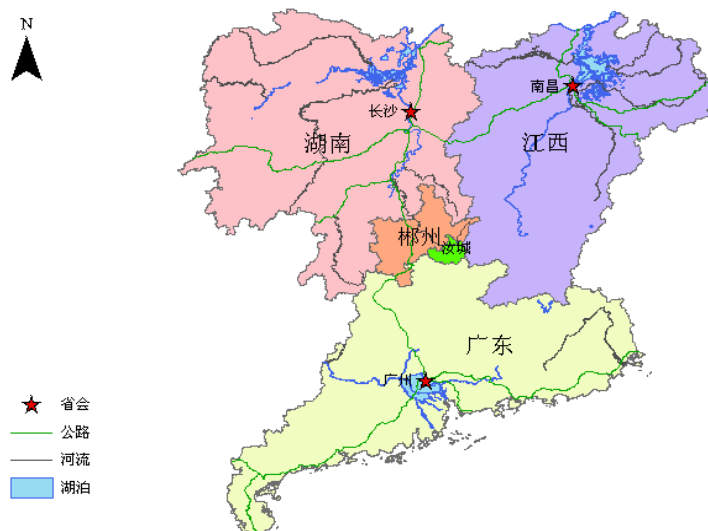


Figure 1. The geographical location of Rucheng

图 1. 汝城县地理位置图示

三江”(湘江、珠江、赣江)之美称,其气候的垂直变化和地域差异比较明显,属亚热带季风湿润气候区。汝城县四季分明,温暖湿润,雨量充沛,春暖多变,夏无酷热,冬少严寒,无霜期长。近年来,汝城县的气候变化特点是气温不断升高,暖冬频繁出现,21世纪后极端降水显著增多。因此对汝城县的各项因子进行分析和研究十分必要,本文对近34年汝城地区气候变化进行分析,探讨其气候变化规律及特征,为短期气候预测研究提供重要依据,同时对本地农林业的发展有重要意义。

2. 资料与方法

本文使用的资料为1981~2014年湖南省郴州市各市县地面气象台站的逐日气温实测资料以及汝城县地面气象台站逐日降水资料。文中将逐日资料进行了气候分析,其中季节划分为:春季(3~5月)、夏季(6~8月)、秋季(9~11月)、冬季(12月~次年2月)。

分析气象要素时选用5年滑动平均及线性倾向估计等分析气候趋势,运用离差系数及降水距平百分率表示气温或降水变化的稳定度,采用Morlet小波分析降水量、气温在不同时段上的震荡周期,Mann-Kendall方法分析气候变化的趋势及突变特征。

3. 气温的变化特征

3.1. 年均气温变化趋势特征

图2为汝城县1981~2014年的年均气温变化曲线,表明汝城县34年来气温呈上升的趋势,线性估计其气温变化率为 $0.305^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ 。34年的年均气温总体幅度不大,但仍表现出明显的年际及年代际特征,影响着当地的林业生产和人们的生活条件。90年代以前(除1987年)的年均气温都低于多年均值,表现出较冷的特征。1981~1989年气温呈上升趋势,1990~1995年有明显的下降趋势,1996年后气温则呈稳定上升趋势。冷年多出现在80年代,最冷年出现在1984年,年均气温为 15.7°C 。暖年多出现在90年代后期及2000年以后,最暖年为1998年,年均气温 17.7°C ,高于多年平均温度 0.9°C 。

图3利用Morlet小波对汝城县年均气温进行了分析,由小波实部图(图3左)可知,年均气温呈明显的多尺度气候特征,主要存在3~5 a和9~12 a的周期震荡,这与小波方差图(图3右)中的峰值周期相一致,尤其4 a左右周期最为显著,其次为11 a左右的周期。在年际变化上,3~4 a的周期在80年代前期明显,并逐步向4~5 a的周期转变,1984~2004年4~5 a周期十分明显,2004年后周期震荡开始减弱,2010年以后4~6 a的周期显著。年代际尺度周期以9~12 a的周期为主,2007年后周期不明显。可见汝城县的气温变化表现为显著的年际尺度和年代际尺度的变化特征。

3.2. 平均气温的突变特征

图4给出了年均气温的M-K突变检验图。UF曲线的变化趋势一定程度上反映了汝城县在34年的时间尺度上经历了降温到增温的变化过程,80年代中期有一明显的降温过程,而后气温开始上升,目前仍处于增温的趋势。UB与UF线交于1996年并处于0.05信度区间,并且与图3中1997年左右的小波实部图不论是年际尺度还是年代际尺度上都由负位相转变为正位相对应,说明汝城县的年均气温存在增暖的突变现象,气温突增是从1996年开始的。1999年以后这种增暖趋势均超过了显著水平0.05临界线,甚至超过0.001的显著性水平($U_{0.001} = 2.56$),表明汝城县增温趋势非常显著,并且由小波系数正值范围预测此增暖趋势会持续10年以上。

3.3. 平均气温的季节变化特征

近几十年来,我国的年平均气温以 $0.04^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ 的倾向率上升,而汝城县年平均气温以 $0.305^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ 的趋势增加(表1),明显高于全国平均水平。四季都有明显的增温趋势,其中春季和冬季增温更为显著,

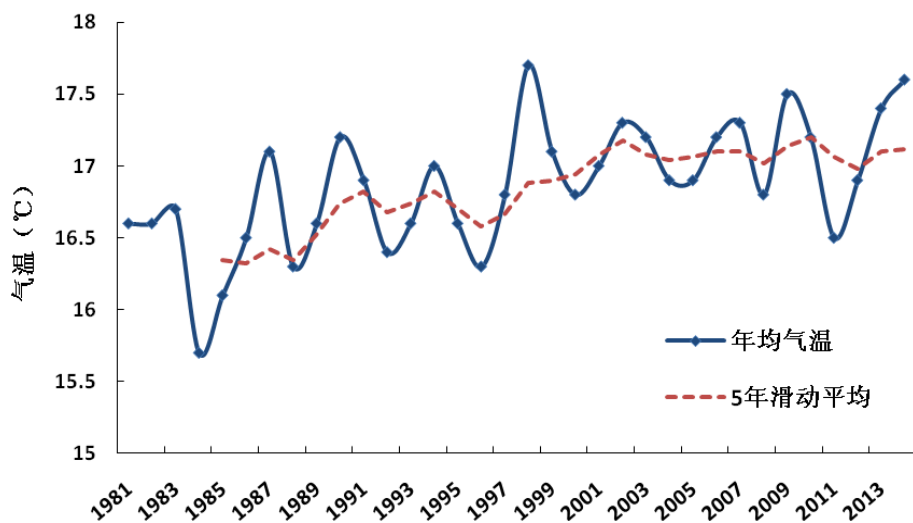


Figure 2. Interannual variation of average temperature in the latest 34 years in Rucheng

图 2. 近 34 年汝城县年均气温的年际变化

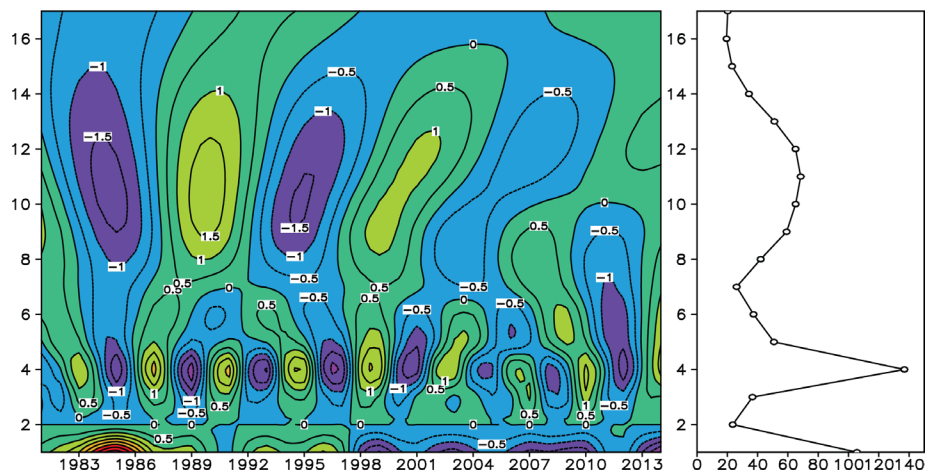


Figure 3. Contour of real part of wavelet (left) and variance of wavelet (right) of average temperature in Rucheng during 1981 to 2014

图 3. 1981~2014 年汝城县年均气温的小波分析图(左: 小波实部 右: 小波方差)

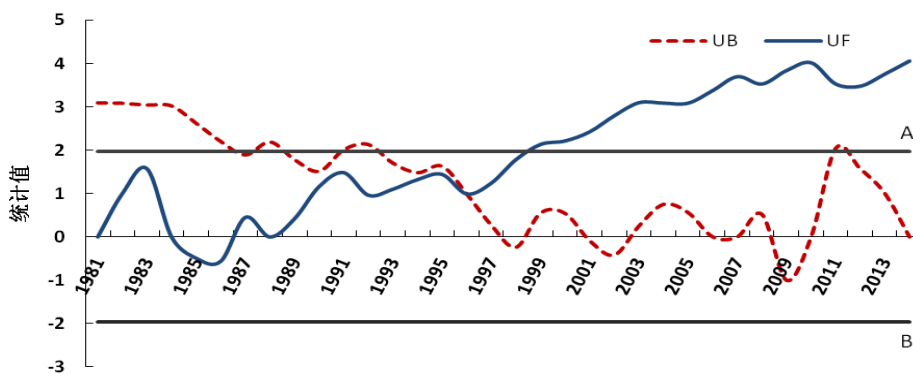


Figure 4. M-K check curve chart of average temperature in Rucheng (UF, UB for plus and contrary sequence statistics, A, B for marginal value at the 0.05 significance level)

图 4. 汝城县年均气温的 M-K 突变检验曲线图(UF、UB 为正、逆序列统计量, A、B 为显著水平 $\alpha = 0.05$ 的临界值)

气温倾向率达 $0.384^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ 和 $0.577^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$, 夏季与秋季气温倾向率低于年平均气温倾向率, 增温较小。冬季的离差系数最大, 春季次之, 夏季最小。即冬季温度增幅较大, 而夏季气温比较稳定。说明近 34 a 气温上升的主要原因主要是冬季气温增温幅度较大, 其次为春季增温的贡献。

表 2 对湖南省郴州各市县各季气温进行对比分析。整个郴州地区气候温暖适宜, 四季分明, 年平均温度为 $16^{\circ}\text{C}\sim 18.5^{\circ}\text{C}$ (除桂东县), 与全省平均气温一致, 春秋季各站温度相差不大, 秋季比春季气温略高。湖南省夏季平均气温为 $26^{\circ}\text{C}\sim 29^{\circ}\text{C}$, 郴州地区仅桂东(23.6°C)和汝城(24.9°C)夏季气温低于 26°C 。桂东县尽管夏季温度不高, 但其年平均温度 15.8°C , 为全省年平均温度最低区, 其四季温度普遍偏低, 而汝城县冬季平均气温位于全市第五(排名前四的县市夏季平均气温均在 26.8°C 以上), 为 7.7°C , 说明汝城县气候冬暖夏凉, 适宜人类居住。汝城县气候舒适期为 196 d, 比长沙市长 63 d, 比株洲市长 53 d, 比避暑胜地南岳衡山长 41 d, 是目前湖南省气候舒适期最长的县城[10], 这与汝城县独特的地形密切相关。

4. 降水的变化特征

4.1. 年降水的变化趋势特征

由图 5 可见, 汝城县年降水量的线性变化趋势不明显, 其气候倾向率为 $18\text{ mm}/10\text{ a}$, 但相邻年份间降水量差异较大, 其中 2002 与 2003 年间相差 1146.2 mm, 为差异最大值。年降水量均在 1000 mm 以上, 具有很大的年际变化差异, 34 年间极大值出现在 2002 年, 降水量为 2248.1 mm; 极小值为 1989 年, 降水量仅为 1059.9 mm, 极差为 1188.2 mm。年降水量在 34 年的尺度上经历了减少 - 增加 - 减少 - 增加的变化过程。

Table 1. Statistics of temperature in each season in Rucheng during 1981 to 2014

表 1. 1981~2014 年汝城县各季气温统计值

	春季	夏季	秋季	冬季	年平均
平均值	16.8	24.9	18	7.7	16.8
离差系数	0.07	0.02	0.06	0.22	0.02
气温倾向率	0.384	0.091	0.173	0.577	0.305

Table 2. Statistics of temperature in each season of various regions in Chenzhou during 1981 to 2014

表 2. 1981~2014 年郴州市各县市各季气温统计值

	春季	夏季	秋季	冬季	年平均
安仁县	17.6	28.1	19.0	7.1	18.0
永兴县	17.6	27.6	18.8	7.4	17.9
桂东县	16	23.6	16.6	7.0	15.8
桂阳县	17.2	27.1	18.6	7.0	17.5
嘉禾县	18.1	27.7	19.3	7.9	18.3
宜章县	18.1	27.4	20.0	8.5	18.5
临武县	17.9	26.8	19.1	8.1	18.0
资兴县	16.3	26.3	17.9	6.5	16.7
汝城县	16.8	24.9	18.0	7.7	16.8
郴州市	18.2	28.2	19.3	7.8	18.4

降水距平百分率反映了某一时段降水与同期平均状态的偏离程度。根据降水等级标准, $-25\% < \text{距平百分率} < 25\%$ 为正常降水范围略偏多(少), $25\% < \text{距平百分率} < 50\%$ 及 $-50\% < \text{距平百分率} < -25\%$ 为降水量偏多(少)。汝城县降水量距平百分率图(图 6)明显指出汝城县年降水量有明显的阶段性变化, 90 年代主要表现为降水正距平, 80 年代中后期以及 21 世纪以后主要为降水负距平。根据降水波动情况, 大致可以分为两个多雨期和一个少雨期。1981~1991 年为第一个少雨期, 正距平(多雨)年占 27%, 负距平(少雨)年占 73%, 其中 1981 年降水距平百分率为 32%, 降水明显偏多; 1989 年降水距平百分率-31%, 降水明显偏少, 为 34 年来降水最少年; 从降水距平分布看, 这一时期的年降水量呈显著下降趋势。1992~2002 年为多雨期, 2002 年达到峰值。多雨年占 82%, 少雨年占 18%, 其中 1981 年与 2002 年为降水明显偏多

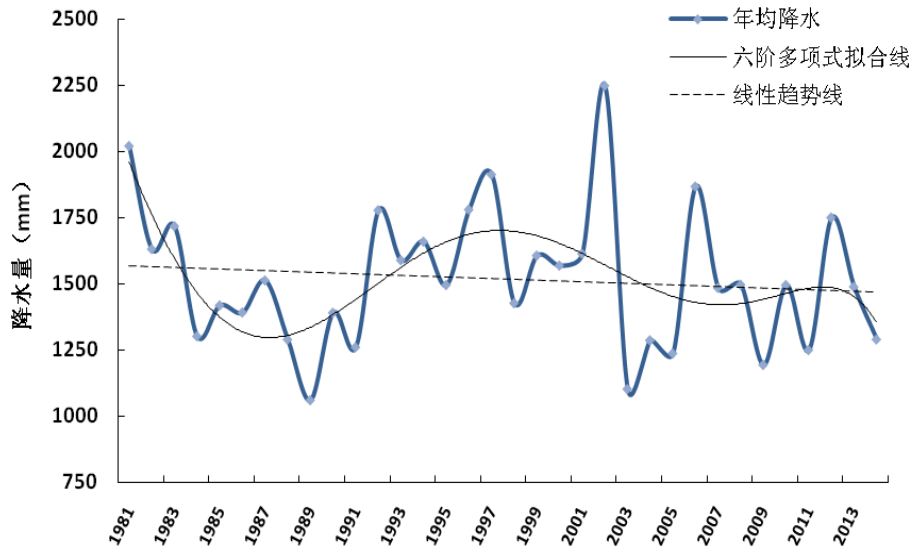


Figure 5. Interannual variation of annual precipitation in the latest 34 years in Rucheng
图 5. 近 34 年汝城县年降水量的年际变化

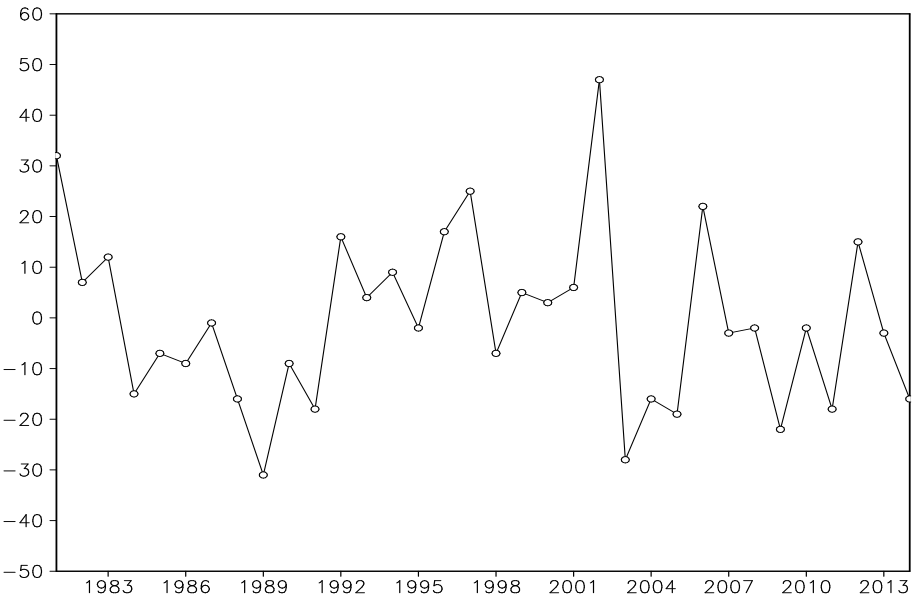


Figure 6. Percentage of anomaly of annual precipitation in the latest 34 years in Rucheng (unit: %)
图 6. 近 34 年汝城县年降水量距平百分率(单位: %)

年,其降水距平百分率分别为 25%和 47%。2003~2014 年为第二个少雨期,多雨年占 83%,少雨年占 17%,其中 2003 年降水显著偏少,除 2006 年和 2012 年,其他年份均降水偏少。

年降水量的 Morlet 小波实部图(图 7 左)清楚地看出年降水量从 80 年代至今存在显著的 5 年准周期变化特征,这与小波方差图(图 7 右)中 5 年的方差峰值相对应,其次 2 年左右的周期也比较明显,可见年降水显示出显著的年际尺度特征,而年代际尺度震荡不明显,说明汝城县降水变化频率高,一般在 2~5 a 就会发生一次显著的变化。

4.2. 降水的季节变化特征

为了进一步分析汝城县年降水量变化的季节贡献,表 3 列出了不同年代各季节的降水情况。34 年平均降水量可以看出汝城县的降水主要是春季和夏季的贡献,秋冬两季降水偏少。潮湿多雨的春季在 80 年代表现的尤为明显,降水量达 200.6 mm,90 年代以后春季降雨逐渐减少。夏季降水在 80 年代偏少,少于同年春季降水以及多年平均水平,90 年代夏季降水显著增加,达 206.9 mm,21 世纪以后降水量又有小幅度的减少,总体来说夏季雨水充沛,占全年降水量的 40%左右。秋冬两季年均降水量为 73.3 mm 和 70.6 mm,总共仅占全年降水量的 30%。秋季降水从 80 年代至今经历了减少-增加的变化,但变化幅度较小。冬季降水呈现相反的趋势,降水量经历了增加-减少的小幅度变化。

以上分析表明汝城县气候温暖湿润,降水充沛,降水主要集中在春季和夏季,约占全年降水的 70%,充分利用降水规律对汝城县的林业发展有重要作用。

我们将降水距平值超过 1 倍标准差的年份定义为异常降水偏多年,降水距平值低于-1 倍标准差的年份定义为异常降水偏少年[11],汝城县各月的多年降水极值均达到异常降水的标准,因此文中取各月的降水极值来反映汝城县降水异常的情况。表 4 显示了汝城县各月的降水情况以及降水极值的年份。80 年代的异常降水主要出现在初期和后期。80 年代初期降水异常偏多的年份较多,1983 年为 2 月和 5 月降水最多的年份,1981 年则为 4 月降水最多的年份;80 年代后期多出现降水异常偏少的情况,1987 年为 6 月和 12 月降水最少的年份,1989 年为 1 月降水最多、3 月降水最少的年份。1992 年、1994 年、1996 年和 1999 年分别为 3、12、11、2 月降水极值的年份,说明 90 年代秋末和初春异常降水事件较多。21 世纪后

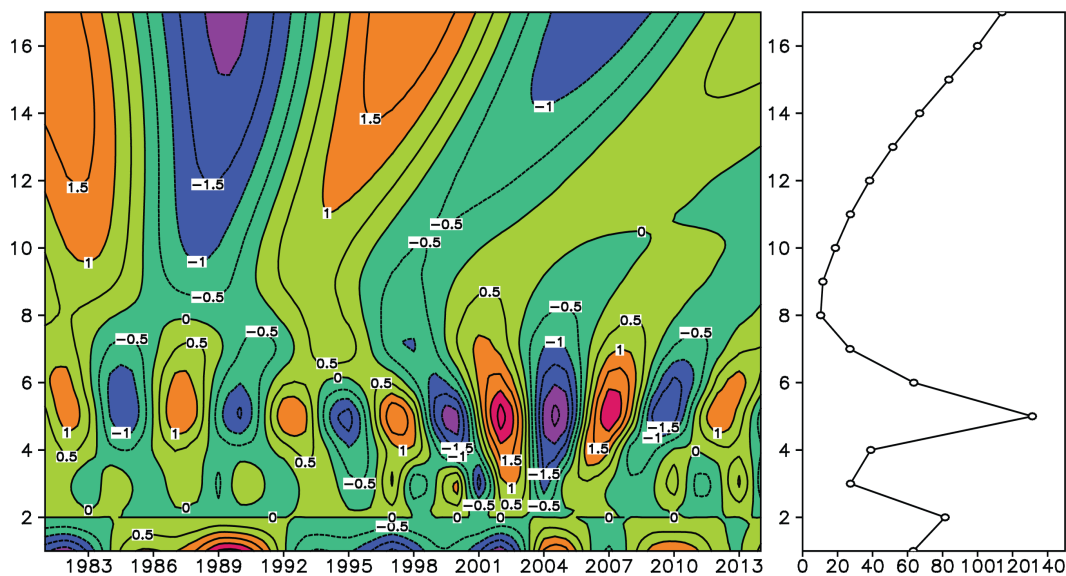


Figure 7. Contour of real part of wavelet (left) and variance of wavelet (right) of annual precipitation in Ru-cheng during 1981 to 2014

图 7. 1981~2014 年汝城县年降水的小波分析图(左:小波实部,右:小波方差)

Table 3. Statistics of precipitation in each season in different time in Rucheng (unit: mm)
表 3. 汝城县不同年代各季降水量统计值(单位: mm)

	春季	夏季	秋季	冬季
80 年代	200.6	148.7	76.5	68.3
90 年代	175.3	206.9	67.1	80.6
2000-2014	159.2	196	78.2	63.7
34 年平均	177.3	188	73.3	70.6

Table 4. Statistics of precipitation in each month in Rucheng during 1981 to 2014 (unit: mm)
表 4. 汝城县 1981~2014 年各月降水量统计值(单位: mm)

	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月
平均	70.1	103.3	153.1	183.5	195.2	220.0
最多	170.1	246.8	369.3	510.5	286.3	455.9
最多年份	1989 年	1983 年	1992 年	1981 年	1983 年	2008 年
最少	5.9	5.3	60.4	41.6	108.6	81.7
最少年份	2014 年	1999 年	1989 年	2011 年	2007 年	1987 年
	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
平均	171.0	173.0	105.0	63.5	51.4	38.5
最多	520.9	564.9	288.8	432.6	185.8	156.7
最多年份	2006 年	1996 年	2010 年	2002 年	2006 年	1994 年
最少	12.7	49.5	11.3	0.0	1.4	1.7
最少年份	2003 年	2011 年	2009 年	2004 年	1996 年	1987 年

异常降水情况显著增加, 尤其 2004 年 10 月降水量为 0 mm, 2003、2009、2014 年分别在 7、9、1 月仅有 12.7 mm、11.3 mm 和 5.9 mm 的降雨量, 降水异常偏少, 2011 年则为 4 月和 8 月降水最少的年份; 降水异常偏多年份也较多, 2006 年为 7 月和 11 月降水最多年份, 其降水量分别比多年均值高 350 mm 和 131.4 mm, 此外 2002、2008、2010 年分别为 10 月、6 月和 9 月降水最多的年份。21 世纪多年出现异常降水可能与全球变暖、天气气候异常等密切相关。

5. 结论

本文利用逐日气温和降水的实测资料和统计方法分析了汝城县 1981~2014 年的气候变化特征, 得到以下结论:

- 1) 汝城县 34 年来气温呈上升的趋势, 线性估计其气温变化率为 $0.305^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ 。冷年多出现在 80 年代, 暖年多出现在 90 年代后期及 2000 年以后。年均气温经历了从降温到增温的过程, 气温突增是从 1996 年开始的, 并且呈现出 4 年及 11 年的准周期变化特征。
- 2) 汝城县气温的上升主要是冬季增温的贡献。汝城气候冬暖夏凉, 夏季平均气温为 24.9°C , 冬季平均气温为 7.7°C , 为湖南省气候舒适期最长的城市。
- 3) 汝城县年降水量的线性变化趋势不明显, 但相邻年份间降水量差异较大, 以 2~5 a 的年际周期为主, 可分为一个多雨期和两个少雨期。1981~1991 年为第一个少雨期, 1992~2002 年为多雨期, 2003~2014 年为第二个少雨期。

4) 汝城县降水主要集中在春季和夏季, 占全年降水的 70%。80 年代的异常降水主要出现在初期和后期; 90 年代秋末和初春异常降水事件较多; 21 世纪异常降水事件显著增加, 多年出现降水异常的情况。

参考文献 (References)

- [1] IPCC (2007) 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. Cambridge University Press, Cambridge.
- [2] 秦大河, 陈振林, 罗勇, 等. 气候变化科学的最新认知[J]. 气候变化研究进展, 2007, 3(2): 63-73.
- [3] 丁一汇, 任国玉, 赵宋慈, 等. 中国气候变化检测及预估[J]. 沙漠与绿洲气象, 2007, 1(1): 1-10.
- [4] 王遵娅, 周兵, 王艳姣, 等. 2013 年春季我国气候异常特征及其可能原因[J]. 气象, 2013, 39(10): 1374-1378.
- [5] 左洪超, 吕世华, 胡隐樵. 中国近 50 年气温及降水量的变化趋势分析[J]. 高原气象, 2004, 23(2): 238-244.
- [6] 杨德江, 马宁, 熊明明. 天津春季气候特征及 2013 年春季影响因子分析[J]. 气象与环境科学, 2014, 37(4): 66-70.
- [7] 李春, 孙照渤, 陈海山, 等. 华北夏季降水的年代际变化及其与东亚地区大气环流的关系[J]. 南京气象学院学报, 2002, 25(4): 455-462.
- [8] 马振锋, 彭俊, 高文良, 等. 近 40a 西南地区的气候变化事实[J]. 高原气象, 2006, 25(4): 633-642.
- [9] 汪扩军, 陆魁东, 帅细强, 等. 湖南农业气候变化特征及其对农业生产布局的影响[C]//全球变化科学大会. 北京: 全球变化科学大会学术研讨会, 2006.
- [10] 吴章文, 吴楚材, 谭益民, 等. 人类宜居的汝城中部盆地气候舒适度研究[J]. 中国城市林业, 2009, 7(6): 55-57.
- [11] 张自银, 龚道溢, 郭栋, 等. 我国南方冬季异常低温和异常降水事件分析[J]. 地理学报, 2008, 63(9): 899-912.