

Characteristics of Mean Surface Air Temperature Variation in Zhanjiang during 1951-2010

Biao Wang^{1,2*}, Yuguang Liu¹, Yi Zhou¹, Yingsheng Ma¹

¹Marine Hydrology and Meteorology Center of South China Sea Fleet, Zhanjiang Guangdong

²Key Laboratory for Mesoscale Severe Weather of Ministry of Education, Nanjing University, Nanjing Jiangsu
Email: *wangbiao-climate@foxmail.com

Received: Oct. 4th, 2017; accepted: Oct. 17th, 2017; published: Oct. 23rd, 2017

Abstract

Based on the meteorological data from 1951 to 2010 at Zhanjiang station (59658), the mean surface air temperature variation in time series is analyzed. The trend analysis, Mann-Kendall (M-K) mutation test and the wavelet analysis methods are used to investigate the trend, mutation and period of yearly mean surface air temperature. Major conclusions are obtained as follows: (1) Yearly mean surface air temperature in Zhanjiang ranged from 22.5°C to 24.5°C, averaging 23.3°C ± 0.48°C. The linear decreasing trend is 0.097°C/10a from 1951 to 2010. (2) At the seasonal scale, the mean surface air temperature has the maximum variation in spring (1980-1989, STD = 4.4°C). The summer's surface air temperature has the maximum mean value (MEAN = 28.9°C), however, it has the smallest variation (STD = 1.3°C in 1951-1959 and 1960-1969). (3) Yearly mean surface air temperature has a sharply increase around the year 1986. (4) Yearly mean surface air temperature in Zhanjiang has the period of 2 - 3 a and 4 - 6 a.

Keywords

Global Warming, M-K Mutation Test, Wavelet Analysis, Zhanjiang

1951~2010年湛江市平均气温变化特征分析

汪彪^{1,2*}, 刘玉国¹, 周毅¹, 马应生¹

¹海军南海舰队海洋水文气象中心, 广东 湛江

²教育部中尺度灾害性天气重点实验室, 南京大学, 江苏 南京

Email: *wangbiao-climate@foxmail.com

收稿日期: 2017年10月4日; 录用日期: 2017年10月17日; 发布日期: 2017年10月23日

*通讯作者。

摘要

利用1951~2010年湛江气象站(59658)的逐日平均气温资料,结合趋势分析法、M-K检验和小波分析等方法分别对湛江平均气温的趋势变化、突变检验和周期变化进行研究。得到主要结论如下:(1)近60年的平均气温均值为23.3℃,标准差为0.48℃,倾向率为0.097℃/10a。(2)在季节变化上,春季的平均气温变化幅度最大(1980~1989年代,STD = 4.4℃),夏季的均值最大(1990~1999年代,MEAN = 28.9℃),但变化幅度却最小(1951~1959和1960~1969年代的STD = 1.3℃)。(3)湛江平均气温在1986年前后发生一次增加的突变。(4)湛江年均气温存在2~3 a的和4~6 a的显著性震荡周期。

关键词

全球变暖, M-K检验, 小波分析, 湛江

Copyright © 2017 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

1. 引言

进入20世纪以来,由于全球气候变暖,气候变化问题越来越受到科学家的关注。IPCC第4次报告指出,最近100年(1906~2005年)全球平均气温上升了0.74℃ [1]。随着全球气候的变暖,区域性气温的变化对人们的生活生产以及军事活动等方面产生重要影响[2] [3] [4] [5]。气象学家针对区域地表气温展开了大量研究,并得到许多具有实际意义的结论[6] [7] [8] [9]。本文主要研究广东省湛江市1951~2010年平均气温趋势变化、年际和年代际的变化、突变检验和小波周期变化。旨在全球气候变化的大背景下,为研究区域气候变暖提供参考依据和数据支持。

2. 数据与方法

本文数据来源为1951~2010年湛江气象站(59658)日均气温、日最高(最低)气温资料。季节划分为:春季(3~5月),夏季(6~8月),秋季(9~11月)和冬季(12~翌年2月)。本文主要用到的方法有趋势分析法[10]、M-K突变检验[11]和小波分析[12]等方法。

3. 结果与分析

3.1. 逐年变化

图1为湛江市1951~2010年年均气温的变化趋势图。从中可以看出,湛江近60年的平均气温均值为23.3℃,标准差为0.48℃,倾向率为0.097℃/10a。总的来看,平均气温变化主要分为四个阶段:(1)波动变化阶段(1951~1966年):在该阶段,平均气温围绕近60年的均值波动变化;(2)逐年减小阶段(1967~1986年):在此阶段,平均气温呈现逐年减小的趋势;(3)逐渐增加阶段(1987~2000年):在该阶段,平均气温为逐年增加的趋势;(4)波动减小阶段(2001~2010年):由于2008年和2010年为冷年,造成在此阶段,平均气温在全球变暖的大背景下,呈现出波动减小的趋势。

3.2. 季节和年均年代际变化

表1为湛江1951~2010年四季和年平均气温的年代际变化。从该表可以看出,在季节变化上,春季

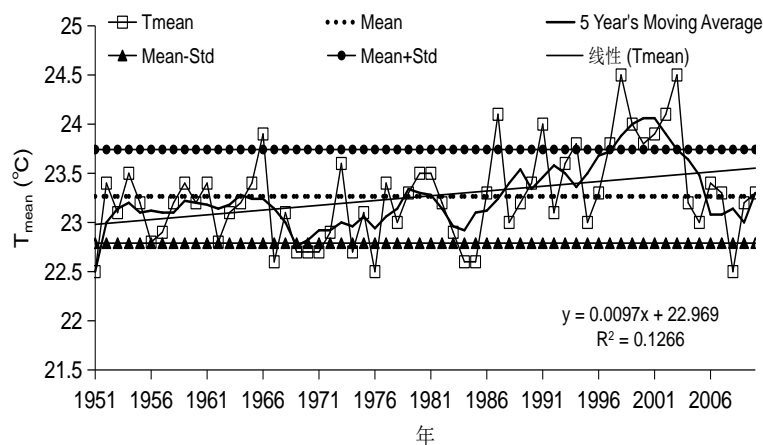


Figure 1. Variation of mean surface air temperature in Zhanjiang (1951-2010), unit: °C

图 1. 湛江年平均气温变化(1951~2010), 单位: °C

Table 1. Variations of seasonal and annual decadal mean surface air temperature in Zhanjiang, unit: °C

表 1. 湛江季和年平均气温年代际的变化, 单位: °C

年代际	春季		夏季		秋季		冬季		全年	
	MEAN	STD	MEAN	STD	MEAN	STD	MEAN	STD	MEAN	STD
1951~1959	23.2	4.3	28.3	1.3	24.4	3.3	16.5	3.4	23.2	5.3
1960~1969	23.2	4.1	28.4	1.3	24.6	3.1	16.3	3.7	23.1	5.5
1970~1979	23.2	4.2	28.3	1.4	23.9	3.7	16.4	3.6	23.0	5.4
1980~1989	23.0	4.4	28.6	1.4	24.7	3.3	16.3	3.4	23.2	5.6
1990~1999	23.4	4.2	28.9	1.4	25.1	3.1	17.1	3.5	23.6	5.3
2000~2009	23.6	4.1	28.6	1.4	24.6	3.3	17.0	3.7	23.5	5.3

的平均气温变化幅度最大(1980~1989 年代, $STD = 4.4^{\circ}C$), 夏季的均值最大(1990~1999 年代, $MEAN = 28.9^{\circ}C$), 但变化幅度却最小(1951~1959 和 1960~1969 年代的 $STD = 1.3^{\circ}C$)。对于全年的变化而言, 1990~1991 年代的均值最高($MEAN = 23.6^{\circ}C$), 平均变化幅度最大出现在 1980-1989 年代($STD = 5.6^{\circ}C$)。

3.3. M-K 突变检验

Mann-Kendall (M-K)方法是一种非参数检验方法, 其优点是不需要样本遵循一定的分布, 也不受少数异常值的干扰。利用 M-K 方法对时间序列进行突变分析, 以考察不同时间尺度上的突变状况。图 2 为 1951~2010 年的 M-K 突变检验曲线, UF 为 ET_0 顺序列的统计变化曲线, UB 为逆顺序列的统计变化曲线, 并且根据给定的显著水平 $\alpha = 0.05$ 计算出 M-K 检验统计量所对应的两条临界直线 $Z_{\alpha} = 1.96$ 和 $-Z_{\alpha} = -1.96$ 。从图 2 中可以看出, 曲线 UF 和 UB 在 1986 年左右相交于两条临界曲线之间, 随后曲线 UF 逐渐上升, 至 2000 年, 超出了临界直线 $Z_{\alpha} = -1.96$, 随后 UF 波动下降。通过分析, 湛江平均气温在 1986 年前后发生一次增加的突变(与前面分析的四个阶段的特征结论一致)。

3.4. 小波分析

本文利用 Morlet 小波方法对 1951~2010 年湛江平均气温进行周期分析, 以考察不同时间尺度的周期变化特征。图 3 为我国西北地区 1951~2010 年湛江平均气温年均值序列的 Morlet 小波功率谱, 其中, 黑

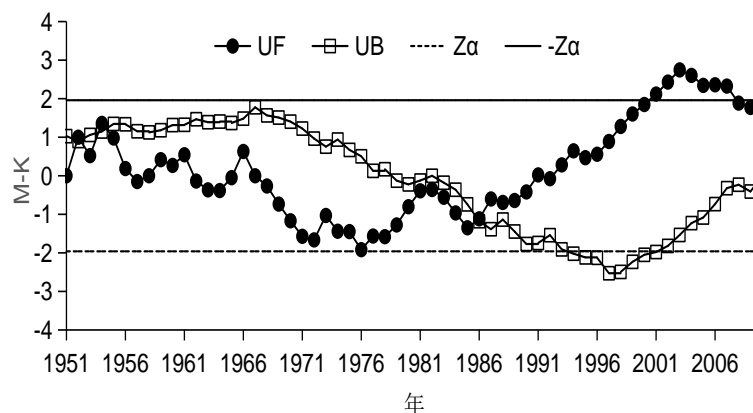


Figure 2. M-K test of the mean surface air temperature in Zhanjiang from 1951 to 2010

图 2. 1951~2010 年湛江市平均气温 M-K 检验

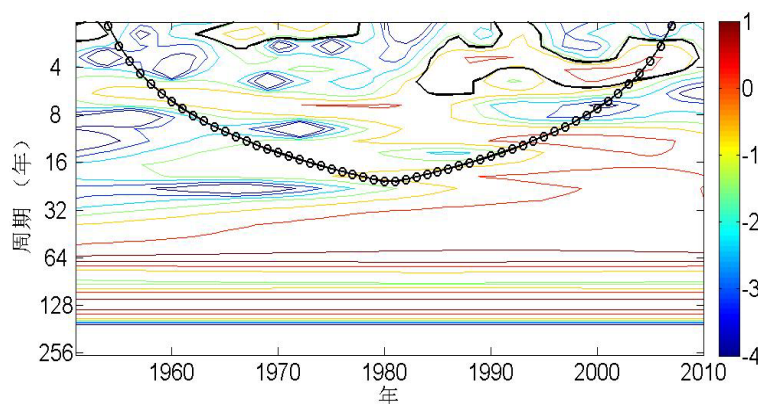


Figure 3. Wavelet analysis of mean surface air temperature in Zhanjiang from 1951 to 2010

图 3. 1951~2010 年湛江市平均气温小波分析

色粗实线圈出的部分为置信度 95% 的红噪声检验，带圈的实线(COI: Cone of Influence, 影响锥)以下区域受边际效应的影响功率谱减小。小波变换图中蓝色等值线表示负值，代表要素值偏低；绿至红色等值线表示正值，代表要素值偏高。小波分析的结果显示，湛江平均气温存在多重时间周期尺度的嵌套复杂结构。可以看出，湛江年均气温存在 2~3 a 的和 4~6 a 的显著性震荡周期。其中，2~3 a 的震荡周期主要出现在 1960~1980 年代，4~6 a 的震荡周期主要出现在 1985~2009 年。值得注意的是，在超过 32 年的分析中，没有闭合的中心，由于平均气温时间序列仅为 60 年，超过 30 年的周期不能明显地表示出来。

4. 结论

(1) 湛江近 60 年的平均气温均值为 23.3℃，标准差为 0.48℃，倾向率为 0.097℃/10 a。其变化主要分为四个阶段：波动变化阶段(1951~1966 年)，逐年减小阶段(1967~1986 年)，逐渐增加阶段(1987~2000 年)和波动减小阶段(2001~2010 年)。

(2) 在季节变化上，春季的平均气温变化幅度最大(1980~1989 年代，STD = 4.4℃)，夏季的均值最大(1990~1999 年代，MEAN = 28.9℃)，但变化幅度却最小(1951~1959 和 1960~1969 年代的 STD = 1.3℃)。

(3) M-K 检验结果表明，湛江平均气温在 1986 年前后发生一次增加的突变。

(4) 小波分析结果表明，湛江年均气温存在 2~3 a 的和 4~6 a 的显著性震荡周期。

参考文献 (References)

- [1] 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, 32(2): 63-73.
- [2] 吴志杰, 何云玲. 云南中部区域气温变化特征及其受城市化影响程度分析[J]. 地域研究与开发, 2015, 34(6): 137-142.
- [3] 佟晓辉, 刘向培, 叶培春, 等. 1961-2013 年东北区域极端气温的变化特征[J]. 解放军理工大学学报: 自然科学版, 2016, 17(6): 578-584.
- [4] 罗燕, 田永丽, 戴敏, 等. 云南近 50 年极端气温及降水事件变化特征与区域气候变暖的关系[J]. 云南大学学报: 自然科学版, 2015, 37(6): 870-877.
- [5] 胡浩林, 任福民. CMIP5 模式集合对中国区域性低温事件的模拟与预估[J]. 气候变化研究进展, 2016, 12(5): 396-406.
- [6] 何金海, 詹丰兴, 祁莉, 等. 全球变暖减缓期陆地地表气温变化特征和 CMIP5 多模式的未来情景预估[J]. 大气科学, 2016, 40(1): 33-45.
- [7] 季永平, 王丽琼, 左瑞亭, 等. RegCM4 区域气候模式对新疆地区冬季地表状态的模拟分析[J]. 气候与环境研究, 2016, 21(2): 210-220.
- [8] 姚宜斌, 雷祥旭, 张良, 等. 青藏高原地区 1979~2014 年大气可降水量和地表温度时空变化特征分析[J]. 科学通报, 2016, 61(13): 1462-1477.
- [9] 孔祥慧, 毕训强. 利用区域气候模式对我国南方百年气温和降水的动力降尺度模拟[J]. 气候与环境研究, 2016, 21(6): 711-724.
- [10] 魏凤英. 现代气候统计诊断预测技术[M]. 北京: 气象出版社, 1999.
- [11] 高志伟, 严华生. 云南近 46 年气温突变特征分析[J]. 云南大学学报: 自然科学版, 2009(S1): 260-264.
- [12] Christopher, T. and Gilbert, P.C. (1998) A Practical Guide to Wavelet Analysis. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 61-78.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2168-5711, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: ccl@hanspub.org