

文章编号:1673-8411 (2018) 01-0018-06

气候变化背景下桂东地区旱涝变化特征分析

高宪权, 莫丽霞

(贺州市气象局, 广西 贺州 542899)

摘要:应用降水 Z 指数和沙道夫干湿指数 Si, 对桂东地区 9 个站点 1965–2013 年近 49a 的年平均气温和降水资料进行分析, 得出结论: 近 49a 来, 桂东地区干旱程度有明显的加重趋势, 且南部比北部的大旱年数多 4a 左右; 存在 18a、13a、6a、4a、2a 尺度的震荡周期, 从较大尺度的振荡周期来看, 从 2012 年开始, 桂东地区进入了一个新的洪涝期; 在桂东地区旱涝特征研究上, Si 指数比 Z 指数方法更具有优越性, 研究结果具有一定的指导意义和实际应用价值。

关键词: 气温; 降水; 旱涝变化; 桂东地区

中图分类号: P467 **文献标识码:** A

Analysis of drought and flood characteristics of eastern Guangxi under the background of climate change

Gao Xianquan, Mo Lixia

(Hezhou Meteorological Bureau, Hezhou Guangxi 542899)

Abstract: Based on the Z index of precipitation and dry-wet index Si, the annual mean temperature and precipitation data of 9 stations from 1965 to 2013 in eastern Guangxi were analyzed. The conclusion is that in the past 49 years, the degree of drought has increased significantly in eastern Guangxi and the south is 4a more than the north in drought years; there are oscillation periods of 18a, 13a, 6a, 4a, and 2A scales, additionally, from the large-scale oscillation period, the eastern Guangxi has entered a new flood period from 2012. In the study of drought and flood characteristics in eastern Guangxi, the Si index is more advantageous than the Z index and our research results can provide a guide for application.

Keywords: air temperature; precipitation; drought and flood change; the eastern Guangxi

在全球变暖的背景下, 极端气候事件增多^[1-3], 我国的气候变化和气象灾害研究也受到越来越多的重视^[4-12]。黄荣辉、杜振彩^[13]通过统计分析表明: 气象灾害每年造成的经济损失约占中国自然灾害总损失的 71%, 在 20 世纪 90 年代气象灾害每年造成的损失可占到国民经济生产总值(GDP)的 3%~6%, 其中约 80%是旱涝气候灾害所造成, 中国的旱涝气候灾害具有发生频率高, 发生面积广, 灾害损失严重等特点。黄梅丽等^[14]对广西近 45a 的气温资料进行了分析, 结果表明: 近 45a 广西气温呈上升趋势, 冬季

增温明显, 增温幅度具有区域差异, 广西气候变暖使得农业生产的不稳定性增加, 农业气象灾害加剧, 旱涝灾害发生频繁。桂东地区位于 110.32°E~112.10°E, 22.62°N~25.20°N 之间, 属于亚热带季风气候区, 包括贺州、梧州两市, 同属西江流域, 区域内山谷众多, 地形复杂, 同时北回归线贯穿其中, 使得桂东气候具有明显的地区差异, 在广西壮族自治区气候中心以热量条件和降水等值线作为区划指标的广西气候区划研究及前人研究中, 也体现了桂东地区的气候差异, 干旱和洪涝灾害仍是未来桂东地区最严重

收稿日期: 2017-09-10

基金项目: 贺州市科学研究与技术开发计划项目(贺科转 1507011)。

作者简介: 高宪权(1981-), 男, 山东临邑人, 工程师, 主要从事预报业务管理工作。

的自然灾害^[15-18]。因此在气候变化的背景下研究桂东地区的气候变化响应及早涝变化特征在该区域农业生产和科学防灾减灾等方面工作,具有一定的指导意义和实际应用价值。

1 资料和方法

本文采用桂东地区 9 个站点 1965–2013 年近 49a 的年平均气温和降水资料,计算沙道夫干湿指数 S_i 和 Z 指数^[19-20],将计算结果进行趋势分析、小波分析等^[21-24],根据两个指数的结果进行综合分析,分析两种结果的异同,再根据研究结果挑选出典型的洪涝和干旱事件,使用 NCEP/NCAR 再分析资料逐月资料子集中位势高度、风速和风矢量等资料,辅助分析其环流背景特征,以此研究在全球气候变化的背景下,桂东地区的旱涝变化特征分析。

1.1 Z 指数研究方法

假设某时间段降水量服从皮尔逊Ⅲ型曲线中的 Γ 分布,通过对变量进行标准化处理后,可将概率密度函数转变为以 Z 指数为新变量的标准化正态分布,即:

$$Z_i = \frac{6}{C_s} \left(\frac{C_s}{2} \varphi_i + 1 \right)^{\frac{1}{3}} - \frac{6}{C_s} + \frac{C_s}{6} \quad (1-1)$$

其中, C_s 为偏态系数, φ_i 为标准变量,通过降水量序列计算可得:

$$C_s = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{n \sigma^3} \quad (1-2)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (1-3)$$

$$\text{其中, } \sigma_i = \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma}, \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

计算降水 Z 指数, $Z > 0$ 的年份代表降水多的洪涝年份, Z 值越大表示降水越多,洪涝越重; $Z < 0$ 的年份代表降水少的干旱年份, Z 值越小表示降水越少,干旱越重。

1.2 沙道夫干湿指数 S_i

S_i 是将旱涝与气温、降水联系起来。一般降水量偏多的年份则对应的气温偏低,而降水偏少的年份对应气温偏高。同时气温偏高,加速蒸发,对应的干旱就会加重。以此为出发点,把气温和降水数值进

行标准化后相减得到的值定为干湿指数 S_i ,用于进行旱涝等级划分。表达式为:

$$S_i = \frac{T'_i}{\sigma_t} - \frac{R'_i}{\sigma_r} \quad (1-4)$$

其中, $T'_i = T_i - \bar{T}$ 表示气温距平, $R'_i = R_i - \bar{R}$ 表示降水距平, σ_t 、 σ_r 分别为气温和降水的均方差:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (1-5)$$

计算沙道夫干湿指数 S_i , $S_i < 0$ 的年份代表气温低降水多的洪涝年份, S_i 越小表示气温越低,降水越多,洪涝越重; $S_i > 0$ 的年份代表气温高降水少的干旱年份, S_i 值越大表示气温越高,降水越少,干旱越重。

2 桂东地区 Z 指数、 S_i 指数分析及旱涝变化特征

2.1 Z 指数分析

采用桂东地区 9 个地面气象站的逐年降水资料,根据 Z 指数研究方法计算桂东地区单站和总体 Z 指数,根据计算结果,选定 Z 值 ≥ 1 的年份为大涝年,选定 Z 值 ≤ -1 的年份为大旱年,对各站点逐年 Z 值 ≥ 1 的大涝年份进行统计,结果表明,区域 Z 指数明显偏高的大涝年份有 1970、1973、1981、1994、1997、2002、2006、2013 年,其中同年 9 个地面气象站 5 个或以上出现大涝的年份占 5/8, Z 指数明显偏低的大旱年份有 1984、1986、1989、1991、2000、2003、2007、2009、2011 年,其中同年 9 个地面气象站 5 个或以上出现大旱的年份占 8/9,说明大旱出现的影响范围较大涝出现的影响范围更广。逐年区域 Z 指数略有下降的趋势,但不明显,1983 年之前, Z 指数偏高,涝年偏多,1984~1991 年, Z 指数明显偏低偏旱,1992~1999 年, Z 指数明显偏高偏涝,2000 年之后, Z 指数高低交替变化,旱涝交替明显(图 1(a))。单站 Z 指数中有 4 个站逐年 Z 指数有上升的趋势,有 5 个站逐年 Z 指数有下降的趋势,但是上升和下降的趋势都不明显。

桂东地区区域逐年 Z 指数小波方差图上明显存在 4 个峰值(图 1(b)),分别对应 18a、6a、4a、2a 左右尺度的震荡周期,其中以 18a 尺度的周期最为明显,其次是 2a、4a 和 6a。

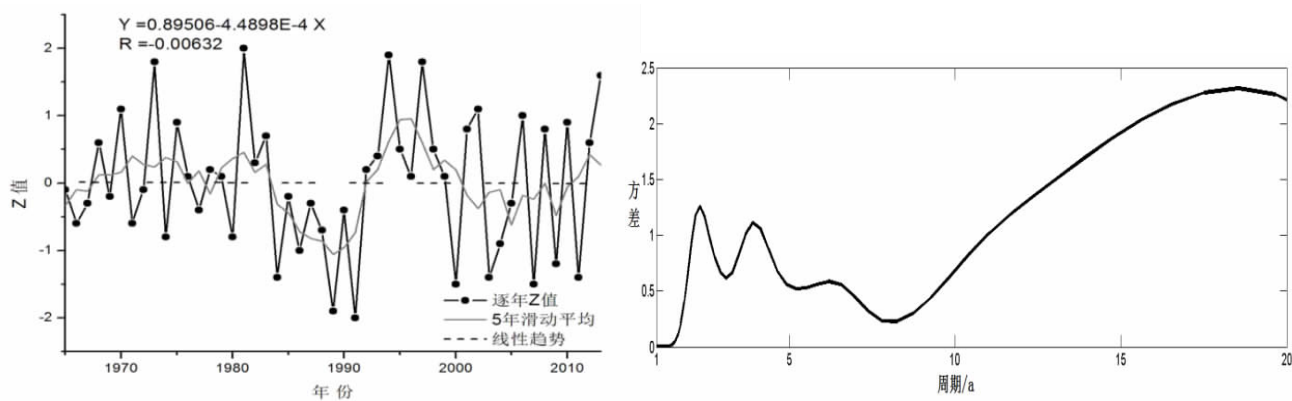


图1 区域逐年Z指数变化趋势图(a);区域逐年Z指数小波方差图(b)

2.2 沙道夫干湿指数 Si 分析

采用桂东地区9个地面气象站49a间的逐年气温、降水资料,根据沙道夫干湿指数Si研究方法计算桂东地区单站和总体Si指数,根据计算结果,选定Si值 ≤ -1.5 的年份为大涝年,Si值 ≥ 1.5 的年份为大旱年,再进行统计分析,结果表明,区域Si指数明显偏低的大涝年份有1970、1973、1976、1981、1994、1997年,同年9个地面气象站5个或以上出现大涝的年份为:1970年、1976年、1981年、1996年、1997年;Si指数明显偏高的大旱年份有1989、1991、2000、2003、2007、2009年,同年9个地面气象站5个或以上出现大旱年份有:1987年、1991年、2003年、2004年、2007年、2009年。所有站点的Si

指数均呈现出明显的上升趋势,并且发现南部4个站点(藤县、梧州、苍梧、岑溪)均比北部5个站点(蒙山、昭平、富川、钟山、贺州)的大旱年数偏多约4a左右。逐年区域Si指数上升趋势明显。1985年之前,Si指数基本处于偏低水平,涝年多,1986~1991年,Si指数明显偏高偏旱,1992~1998年,Si指数明显偏低偏涝,1999之后Si指数处于偏高水平,旱年多(图2(a))。

桂东地区区域逐年Si指数小波方差图上明显存在4个峰值(图2(b)),分别对应13a、6a、4a、2a左右尺度的震荡周期,其中以13a尺度的周期最为明显,其次是2a、4a和6a。

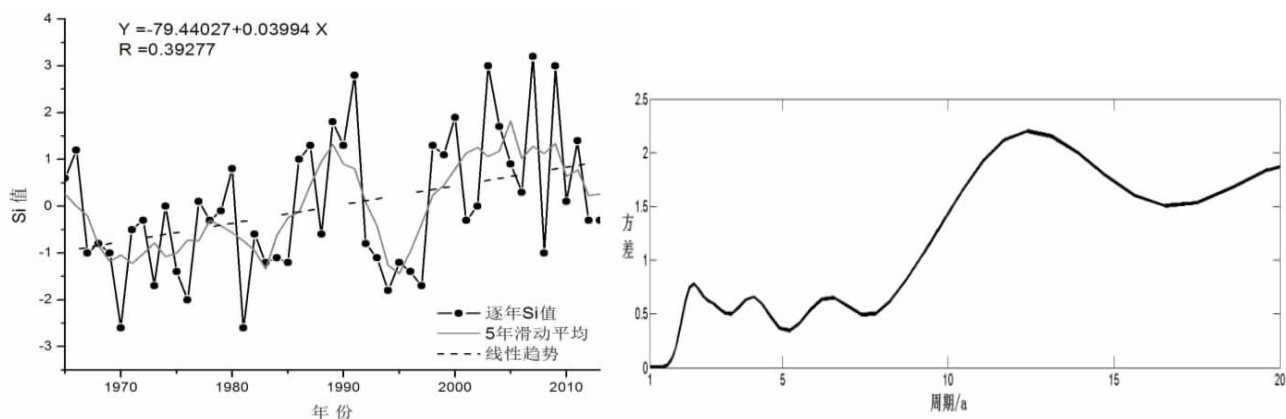


图2 区域逐年Si指数变化趋势图(a);区域逐年Si指数小波方差图(b)

2.3 桂东地区Z指数和沙道夫干湿指数Si对比

通过表1可以看出,使用Z指数和Si指数划分的旱涝年份比较统一,说明在桂东地区使用两种方法研究旱涝变化特征都是可行的。由于气温和降水存在必然的联系,所以使用Si指数方法划分的大涝、大旱年份基本都包含在使用Z指数方法划分的大涝、大旱年份内,对比第三章研究结果发现两种方

法划分的大涝年一半以上属于气温偏低且降水偏少的年份,两种方法划分的大旱年基本全部属于气温偏高且降水偏少的年份,说明使用Si指数划分的大涝、大旱年份更具有典型性,另外,从变化趋势上看,Z指数变化趋势不明显,Si指数呈现出明显的上升趋势,也吻合桂东地区降水变化趋势不明显、增温趋势明显的气候变化响应特征。同时使用Si指数分析

表 1 Z 指数方法和 Si 指数方法划分的旱、涝年份统计表

旱涝划分		年份
大涝	Z 指数划分	1970、1973、1981、1994、1997、2002、2006、2013
	Si 指数划分	1970、1973、1976、1981、1994、1997
大旱	Z 指数划分	1984、1986、1989、1991、2000、2003、2007、2009、2011
	Si 指数划分	1989、1991、2000、2003、2007、2009

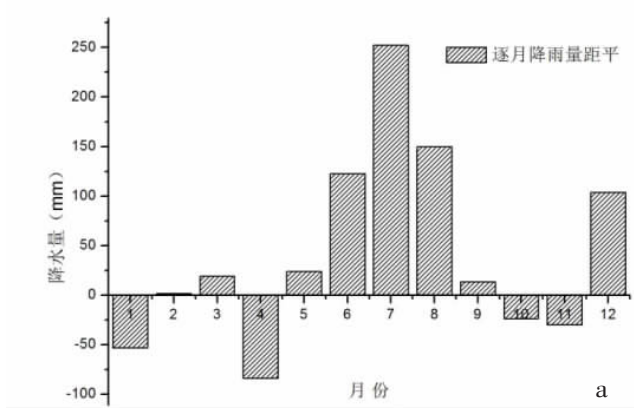
发现桂东地区南部比北部的大旱年数多。

通过小波分析方法对两种指数进行研究发现：两种指数都存在 4 个不同尺度的振荡周期，都分析出 2012 年开始，桂东地区进入了一个新的洪涝期。但 Si 指数小波分析结果在 4a 和 6a 左右尺度的震荡周期上,旱涝演变的周期特征更为清晰和细致。

综上所述,在桂东地区 Z 指数和沙道夫干湿指数 Si 均可以用于旱涝特征研究，但 Si 指数考虑到了气温、降水之间的联系,相比 Z 指数方法更具有优越性。

3 桂东地区典型洪涝、干旱事件环流背景分析

为了进一步研究桂东地区旱涝变化特征，结合桂东地区气候变化响应特征以及 Z 指数、沙道夫干湿指数 Si 两种方法分析的旱涝变化特征,选取 1994 年作为典型洪涝事件,选取 2007 年作为典型干旱事件,分别分析其环流背景特征^[20-24]。



3.1 典型洪涝事件环流背景特征分析

1994 年的 Z 值为 1.9,Si 值为-1.8 属于明显偏涝年份,年降水量偏多 3 成,降水主要集中在 6、7、8 月，且明显偏多，分别偏多 5 成 (122mm)、1.4 倍 (253mm)、8 成 (150mm) (图 3),致使桂东地区洪涝灾害频发,灾害影响巨大,是桂东地区历史上洪涝灾害最严重的年份。对 1994 年环流背景分析得出，500hPa、850hPa 孟加拉湾低槽的加强和维持，并且在槽前形成了强烈的西南暖湿气流，而其东侧 500hPa 副热带高压坝的阻挡,使得降水天气系统和西南暖湿气流在桂东区域维持和堆积，海南岛近地面的气旋倒槽和地面弱冷空气给强降雨天气提供了有利条件,200hPa 高空的气旋性辐散和低层辐合在桂东地区形成了“低层辐合,高层辐散”的动力机制，并长时间维持。稳定的环流形势、良好的动力机制和充足的水汽条件以及 ENSO 事件在当年的结束和再次开始等重要因素,促成了桂东地区 1994 年特大洪涝灾害的发生。

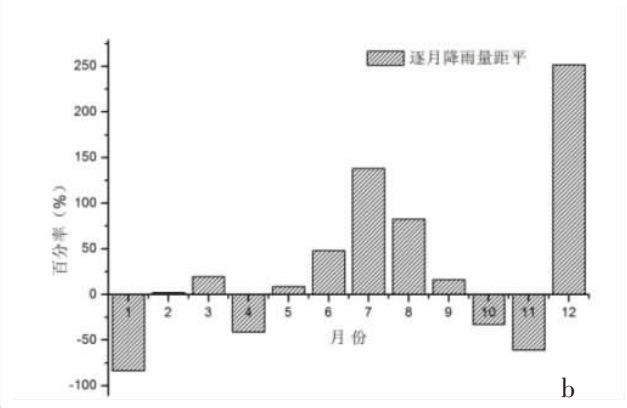


图 3 1994 年桂东地区逐月降水量距平和距平百分比 (a.距平 b.距平百分比)

3.2 典型干旱事环流背景特征分析

2007 年的 Z 值为-1.5,Si 值为 3.2,属于明显偏旱的年份，年降水量偏少 2 成多，年平均气温偏高 0.8℃,全年有 9 个月的降水量明显偏少,其中 10 月份降水量仅有 1.5mm,11 月份降水量仅有 12.4mm,

但全年气温有 10 个月明显偏高,其中 2 月份更是偏高 4.4℃,持续的高温少雨天气使得桂东地区遭受了严重干旱灾害的影响。对 2007 年 1~5 月的环流背景分析表明,在 500hPa 高空,亚洲大陆中纬度地区受宽广的高压脊控制,孟加拉湾低槽很浅,高纬度地

区盛行纬向环流,经向环流很弱,无法引导地面冷空气南下;在 850hPa 高空,中纬度地区位于青藏高原的大陆高压强盛,西太平洋副高控制桂东地区,西南暖湿气流偏弱;在 1000hPa 近地面,亚洲大陆高纬度地区环流平直,冷空气活动弱,在中纬度地区,北太平洋阿留申低压位置偏东,大陆高压强盛,桂东地区位于高压脊区内。7~11 月,在 500hPa 高空,高纬度地区环流平直,冷空气活动很弱,副热带高压强盛,华南大部区域都在其控制之下,副高南侧的辐合带

偏南,导致 2007 年没有台风影响到桂东地区,南支槽偏北偏弱,西南暖湿气流无法影响桂东地区;在 850hPa 高空,桂东地区处于副热带高压下沉辐散区,低纬度偏南气流对桂东地区影响基本没有影响。在 1000hPa 近地面,大陆高压与西太平洋副热带高压连通形成宽广的高压带,桂东地区位于这条高压带内。以上环流形式和 La Nina 事件造成了 2007 年严重的干旱灾害。

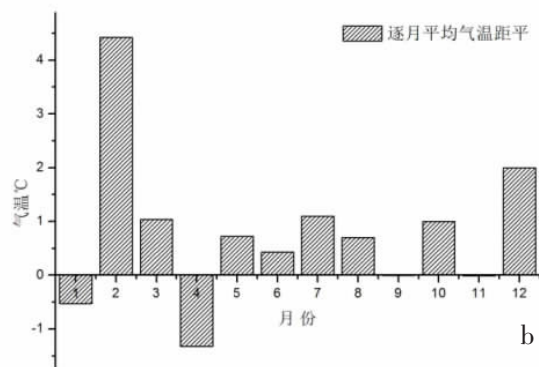
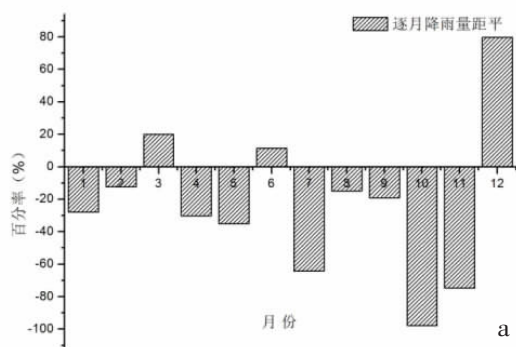


图 4 2007 年桂东地区逐月降水量和气温 (a.降水量距平百分比 b.气温距平)

4 结论

本文采用桂东地区 1965~2013 年共 49 年的气温和降水资料,引入降水 Z 指数和沙道夫干湿指数 Si,采用线性趋势法、小波分析法、M-K 检验等方法分析了气温和降水的气候变化响应特征以及 Z 指数和 Si 指数的变化特征,并对两种指数进行了分析比较,选取了典型的洪涝和干旱事件,使用 NCEP/NCAR 再分析资料分析了两个典型事件的环流背景特征,主要得出以下结论:

(1) 综合分析桂东地区 49a 间 Z 指数显示有 8 年大涝、9 年大旱,逐年 Z 指数略有下降的趋势,变化趋势不明显,但具有明显的年代际和年际变化。1983 年之前涝年偏多,1984~1991 年旱年多,1992~1999 年涝年多,2000 年之后,Z 指数高低交替变化,旱涝交替明显。主要存在 18a、7a、4a、2a 的振荡周期,18a 的周期尺度最显著,存在于 1992~2011 年。从 2012 开始,桂东地区进入了一个新的洪涝期。

(2) 综合分析桂东地区 49a 间 Si 指数显示有 6 年大涝、6 年大旱,逐年 Si 指数上升趋势明显,并且发现南部站点比北部站点的大旱年数明显多 4a 左右。1985 年之前涝年多,1986~1991 旱年多,1992~

1998 年涝年多,1999 之后旱年多。主要存在 13a、6a、4a、2a 左右尺度的震荡周期,13a 的周期尺度最显著,存在于 1967~1992 年,另外 6a、4a、2a 的周期变化特征也很清晰。从 2012 年开始,桂东地区进入了一个新的洪涝期。通过对比分析沙道夫干湿指数 Si 比 Z 指数两种方法发现:在桂东地区旱涝特征研究上,沙道夫干湿指数 Si 比 Z 指数方法更具有优越性。

(3) 选取的典型旱、涝事件环流背景具有以下特征:1994 年洪涝的事件中,孟加拉湾低槽前有强烈的西南暖湿气流,副热带高压坝的位置和阻挡作用至关重要,海南岛近地面的气旋倒槽和地面弱冷空气给强降雨天气提供了有利条件,形成了“低层辐合,高层辐散”的动力机制,并长期维持。ENSO 事件在当年的结束和再次开始也是重要影响因素。2007 年的干旱事件中:亚洲大陆高纬度地区冷空气弱,大陆高压和西太平洋副高控制先后控制桂东地区,西南暖湿气流和台风都无法影响桂东地区,8 月份开始的 La Nina 事件加剧了干旱灾害。

参考文献:

- [1] IPCC.Climate Change 2001:Synthesis Report.A Contribu-

- tion of Working Groups I, II, and III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [R]. Watson R T, et al, eds. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press, 2001. 183–239.
- [2] IPCC, Climate Change 2007 The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [M]. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2007. 30–33.
- [3] 李秀存, 张永强, 李耀先. 厄尼诺与广西异常气候关系研究[J]. 气象研究与应用, 2000, 21(3): 29–32.
- [4] 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.
- [5] 丁一汇, 任国玉, 赵宗慈等. 中国气候变化的检测及预估 [J]. 沙漠与绿洲气象, 2007, 1(1): 1–10.
- [6] 黄雪松, 赵江洁, 李艳兰, 等. 20 世纪 90 年代以来广西重大水旱灾害回顾 [J]. 气象研究与应用, 2007, 28(4): 17–19.
- [7] 张允锋. 近 2000a 中国重大历史事件与气候变化的关系 [J]. 气象研究与应用, 2008, 29(1): 20–22.
- [8] 杨明. 近 50 年中国气候变化特征研究 [D]. 南京: 南京信息工程大学, 2008.
- [9] 周仕鹏. 兴仁县气候变化及农业气象灾害分析 [J]. 气象研究与应用, 2012, 33(S1): 185–187.
- [10] 黎琮炜, 覃卫坚, 高安宁. 1961–2013 年广西洪涝灾害时空分布特征及成因 [J]. 气象研究与应用, 2015, 36(1): 80–85.
- [11] 罗红磊, 何洁琳, 李艳兰, 等. 气候变化背景下影响广西的主要气象灾害及变化特征 [J]. 气象研究与应用, 2016, 37(1): 10–14.
- [12] 何洁琳, 谢敏, 黄卓, 等. 广西气候变化事实 [J]. 气象研究与应用, 2016, 37(3): 11–15.
- [13] 黄荣辉, 杜振彩. 全球变暖背景下中国旱涝气候灾害的演变特征及趋势 [J]. 自然杂志, 2010, 32(4): 187–189.
- [14] 黄梅丽, 丘平珠, 黄雪松等. 广西气候变暖及其对农业的影响 [J]. 山地农业生物学报, 2008, 27(3): 200–206.
- [15] 广西壮族自治区气候中心. 广西气候 [M]. 北京: 气象出版社, 2007. 32–40.
- [16] 蒋丽娟. 广西春夏季旱涝的等级划分及时空分布特征分析 [J]. 气象研究与应用, 2008, 29(3): 14–17.
- [17] 林宝亭, 梁祥毅, 王远超. 玉林市近 60 年旱涝的变化特征 [J]. 广东气象, 2012, 24(6): 42–44.
- [18] 王成, 吴善材, 邓明, 等. 开平市近 50 年气候变化特征 [J]. 广东气象, 2011, 33(2): 35–36.
- [19] 欧阳细美, 欧阳彩虹, 吴瑕, 等. 1961–2013 年南雄降水和旱涝的变化特征分析 [J]. 广东气象, 2014, 36(6): 24–27.
- [20] 王艳秋, 邢俊江, 张丽娟等. 黑龙江省旱涝低温指标及其气候分析应用 [J]. 自然灾害学报, 2008, 17(5): 142–146.
- [21] 李秀梅, 李奇穗, 田茂. 眉山市汛期 (5~9 月) 旱涝指数及其特征分析 [J]. 乐山师范学院学报, 2011, 26(5): 10–12.
- [22] 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. 42–106.
- [23] 陈特固, 曾侠, 张江勇, 等. 全球变暖背景下的广东省降水量及旱、涝变化趋势 [J]. 广东气象, 2009, 25(1): 89–96.
- [24] 薛宇峰. 近 50 年来湛江、韶关气候变化的小波分析 [J]. 广东气象, 2006(1): 29–32.

.....

(上接第 5 页)

- (6): 3–10.
- [25] 李吉顺, 王昂生. 1998 年长江流域洪涝灾害分析 [J]. 气候与环境研究, 1998, (4): 103–110.
- [26] 吉红霞, 吴桂平, 刘元波. 极端干旱事件中洞庭湖水面变化过程及成因 [J]. 湖泊科学, 2016, 28(01): 207–216.
- [27] 王国杰, 姜彤, 王艳君, 等. 洞庭湖流域气候变化特征 (1961–2003 年) [J]. 湖泊科学, 2006, 18(5): 470–475.
- [28] 李景刚, 黄诗峰, 李纪人, 等. 1960–2008 年间洞庭湖流域降水变化时空特征分析 [J]. 中国水利水电科学研究院学报, 2010, 8(4): 275–280.
- [29] 徐卫红, 葛德祥, 李娜, 等. 1960–2011 年洞庭湖流域降水量变化特征 [J]. 湿地科学, 2016, 14(1): 108–112.
- [30] 鞠笑生, 杨贤为, 陈丽娟, 等. 我国单站旱涝指标确定和区域旱涝级别划分的研究 [J]. 应用气象学报, 1997, (1): 27–34.
- [31] 章明亮, 李燕欣. 国内常用旱涝指标的分类研究 [J]. 气象科技, 1993, (03): 81–87.
- [32] 文宝安. 物理量计算及其在暴雨分析预报中的应用——水汽通量与水汽通量散度 [J]. 气象, 1980, (06): 34–36.
- [33] 黄嘉佑, 李黄. 气象中的谱分析 [M]. 甘肃: 气象出版社, 1984: 13–17.