

文章编号:1673-8411 (2018) 01-0006-05

茂名地区极端降水时空分布特征分析

陈冰¹, 陆卫华², 宋祖钦¹, 陈蔚烨¹, 李英¹

(1.广东省化州市气象局, 广东化州, 525100; 2.广东省高州市气象局, 广东高州, 525200)

摘要:利用茂名地区近45a气象站逐日雨量资料,分析茂名极端降水事件的时空分布特征。结果表明,茂名地区各站极端降水的阈值与强度由南向北递减,平均年极端降水总量由西向东递减,极端降水频次的由西北向东南递减;极端降水事件发生的高峰月为6月,极端降水总量峰值月为8月;茂名地区极端降水总量、频次以及强度均呈增加趋势,年际变化明显;各极端降水指标突变特征不明显;年极端降水总量以及频次存在准3a短周期、12a长周期。

关键词:茂名地区;极端降水;极端降水指数;变化特征

中图分类号:P46 **文献标识码:**A

Temporal and Spatial Distributions of Extreme Precipitation in Maoming Area

Chen Bing¹, Lu Wei-hua², Song Zu-qin¹, Chen Wei-ye¹, Li Ying¹

(1.Meteorological Bureau of Huazhou City, Guangdong Prouinoe, Huazhou Guangdong 525100;

2.Meteorological Bureau of Gaozhou City, Guangdong Prouinoe, Gaozhou Guangdong 525200)

Abstract: Based on the daily rainfall data of 45 meteorological stations in Maoming area, this paper analyzed the temporal and spatial distribution characteristics of the extreme precipitation events in Maoming. The analysis showed that the threshold and intensity of extreme precipitation decreased from south to north, the average annual total precipitation decreased from west to east, and the frequency of extreme precipitation decreased from northwest to southeast. The occurrence of extreme precipitation events peaked in June and the total precipitation peaked in August. The total precipitation, frequency, and intensity of extreme precipitation in Maoming area tended to increase, and the inter-annual variation was distinct. The characteristics of sudden change of extreme precipitation index were not obvious. The annual total precipitation and frequency exist quasi-3a short cycle, 12a long cycle.

Keywords: Maoming area; extreme precipitation; extreme precipitation index; variation characteristics

1 引言

近年来,在全球变暖的大背景下,广东降水变率加大,极端天气气候事件频发^[1],IPCC第五次评估报告第一工作组报告指出,未来全球气候变暖对气候系统变化的影响仍将持续,中纬度大部分陆地区域和湿润的热带地区的强降水强度可能加大、发生频率可能增加^[2]。

华南是我国汛期时间最长、降水最多、雨涝最多的地区之一^[3-4],茂名地处粤西南,为广东省三大暴

雨中心之一,极端降水如2010年高州“9.21”特大暴雨、2016年信宜“5.20”特大暴雨等^[5-6],引发山洪爆发、泥石流、江河泛滥、城乡渍涝等自然灾害及次生灾害,造成严重的经济损失和人员伤亡。

近年来,众多学者及气象工作者已对我国不同区域的极端强降水事件的变化特征进行了研究^[7-17]。钱维宏等研究表明,在全球变暖的背景下中国的大暴雨事件增多;秦大河等指出,长江及长江以南地区年降水量和极端降水量趋于增加,极端降水值和降水事件强度有所加强;覃卫坚等分别就华南不同地

收稿日期:2017-12-19

基金项目:茂名市气象局课题“茂名极端降水天气气候触发机制及预报预警技术研究”。

作者简介:陈冰(1973-),女,高级工程师,主要从事天气预测及气象服务工作。E-mail:522033051@qq.com。

区暴雨的分布特征作分析, 综上研究, 极端降水事件的变化具有明显的区域性。鉴于极端降水气候的地域差异明显, 茂名地区与严重洪涝事件密切相关的极端降水时空分布是否随气候变暖进一步增加、极端降水事件是否更加严重等问题已经引起人们普遍关注, 本文对茂名地区强降水气候特征进行研究, 以提高极端降水的预报准确率, 延长预见期, 为政府灾害防御决策以及风险管理提供一定的参考数据。

2 数据与方法

2.1 数据来源

本文选取茂名地区 5 个气象站点(信宜、高州、茂名、化州、电白)1972~2016 年逐日降水资料, 由广东省气候中心整编提供。

2.2 指标定义

| 表 1 极端降水指数定义 | | |
|--------------|----------------------|---------------------------------|
| 极端降水指数 | 定 义 | 单位 |
| 年极端降水量 | 该年极端降水阈值的降水量之和 | $\text{mm} \cdot \text{a}^{-1}$ |
| 极端降水频数 | 日降水量高于 95% 阈值日数之和 | $\text{d} \cdot \text{a}^{-1}$ |
| 极端降水强度 | 年极端降水量与年极端降水事件频数的平均值 | $\text{mm} \cdot \text{a}^{-1}$ |

2.3 分析方法

本文利用线性倾向率分析极端降水指数的长期变化趋势, 线性方程系数的统计显著性采用 t 检验^[21]; 极端降水指数的突变或转折分析采用 M-K 突变检验^[22-23]; 采用 Morlet 小波分析进行周期分析^[24]。

3 茂名地区极端降水变化特征

3.1 茂名地区极端降水事件的空间分布特征

计算近 45a 茂名地区各站极端降水的阈值, 全市平均阈值为 $51.6\text{mm} \cdot \text{d}^{-1}$ 。由图 1a 可见, 最低阈值为信宜 ($49.7\text{mm} \cdot \text{d}^{-1}$), 略低于暴雨量级, 其它台站阈值均在暴雨量级以上, 最高为化州 $53.4\text{mm} \cdot \text{d}^{-1}$, 呈现

极端天气事件作为某一地点或地区从统计分布的观点看不常或极少发生的天气事件^[18], 为更好地表征极端降水事件的时空变化特征, 本文采用翟盘茂等^[19]对极端降水事件的阈值定义, 把各站逐年日降水量序列第 95 个百分位值的平均值定义为该站极端降水事件的阈值, 当该站某日降水量超过这一阈值时, 定义该站发生极端降水事件。

为从不同角度研究极端降水事件的特征, 根据世界气象组织(WMO)气候委员会(CCI)、全球气候研究计划(WCRP)气候变化和可预测性计划(CLIVAR)气候变化检测、监测和指标专家组(ETCCDMI)提出的气候变化检测和指标(Expert Team on Climate Change Detection andIndices)^[20], 选取其中极端降水指数(表 1)进行研究。

由南向北阶梯状递减的趋势。

图 1b 为茂名地区近 45a 平均年极端降水总量的空间分布。各站平均年极端降水总量由西向东递减, 化州的平均年极端降水总量与降水阈值保持一致, 为最大值, 达 $693.3\text{mm} \cdot \text{a}^{-1}$, 信宜、高州的平均年极端降水总量中等偏高, 大致 $620.0\text{mm} \cdot \text{a}^{-1}$, 低值区在中、东部, 最低为茂名 $576.0\text{mm} \cdot \text{a}^{-1}$ 。

图 1c 可见, 茂名地区近 45a 极端降水频次的空间分布由西北向东南递减, “南少北多、东少西多”分布特征类似于茂名地区沿山地地形分布特征, 西部、北部地区为极端降水的多发点, 其发生频次普遍大于 $7.5\text{d} \cdot \text{a}^{-1}$, 中部、东南部发生频次小于 $7.0\text{d} \cdot \text{a}^{-1}$ 。极端

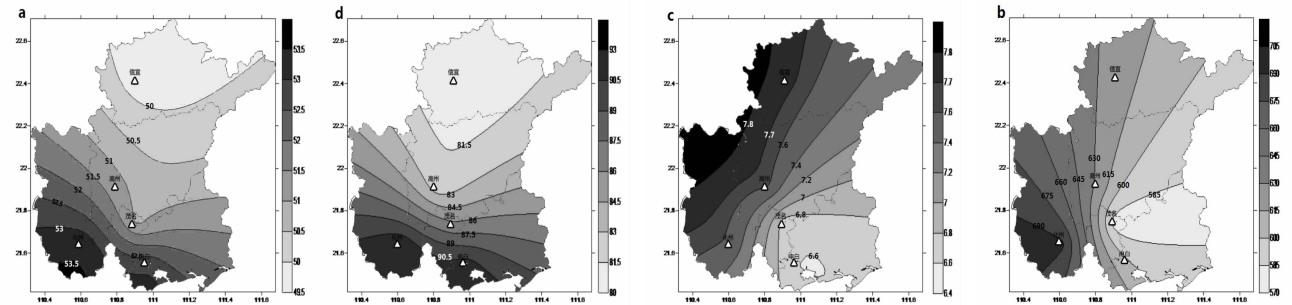


图 1 茂名地区极端降水事件阈值(a); 年平均极端降水量(b); 频次(c); 强度(d)

降水多发区与阈值高值区基本呈反位相,表现最明显为信宜,阈值较小而极端降水频繁,说明其雨日较多而降水强度较弱。

由图 1d 可见,茂名地区近 45a 极端降水强度的空间分布与极端降水阈值空间分布类似,由南向北阶梯状递减,由于茂名地区南部为年极端降水总量高值中心且年极端降水频次较少,故该地区极端降水强度较大,中心值化州达 $91.8\text{mm}\cdot\text{a}^{-1}$;北部地区由于年极端降水总量小、发生频次多,极端降水强度也较小,最小为信宜 $80.3\text{mm}\cdot\text{a}^{-1}$ 。

综上可知,茂名地区各种极端降水指数分布存在明显的区域差异。电白地处东南部,更多受台风、东风波等热带系统影响,极端降水强度、年极端降水总量等指数较大,但发生频次较少;北部的信宜、高州、化州北部,更多受高空槽、锋面低槽、西南低涡等影响,局部地区极端降水发生频次高,但极端降水强

度较弱;化州南部位于茂名地区的西南部,极端降水强度、年极端降水总量以及频次等指数处高值中心;位于中南部的茂名,极端降水强度中等,年极端降水总量以及频次等指数处低值中心。

3.2 茂名地区极端降水事件的时间分布特征

3.2.1 月际变化特征

分析茂名地区极端降水事件的频次月际分布情况(图 2),极端降水事件发生的高峰月为 6 月,这与陆虹的研究结果一致^[25],其次为 8 月、5 月和 7 月,发生最少的月份为 12 月、2 月和 1 月。并且茂名地区各地发生极端降水事件的高峰月有自北向南后推现象,分别为信宜 5 月、高州 6 月、茂名 7 月、化州和电白 8 月,但极端降水事件均较集中在汛期,发生的频次各占本站全年次数的 87.0–89.0%。茂名地区极端降水总量的月际分布情况与频次发布情况相似(图略)。

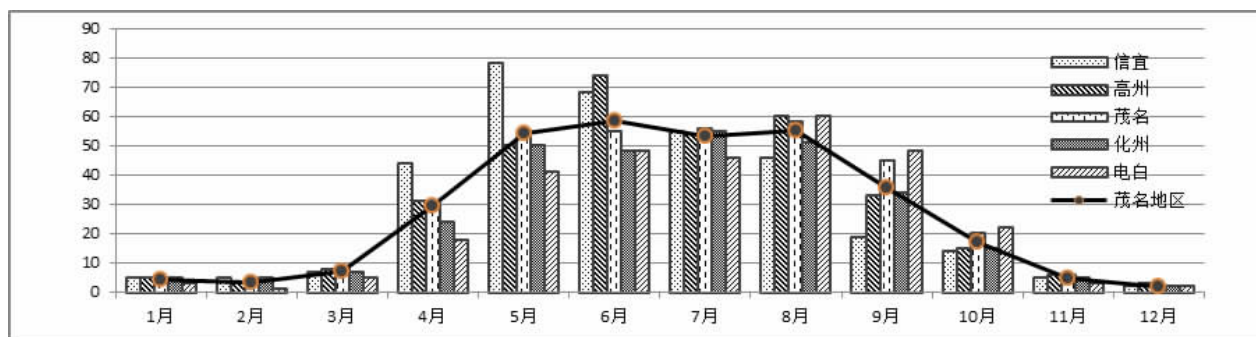


图 2 茂名地区极端降水事件频次逐月分布图

分析茂名地区极端降水强度的月际分布情况(图略),茂名地区极端降水事件的平均强度月际差异较明显,在 $66.5\text{--}94.6\text{mm}\cdot\text{a}^{-1}$ 之间变化,但未体现明显季节性差异。

3.2.2 年际和年代际变化特征

近 45a 茂名地区年平均极端降水总量最小为

$272.9\text{mm}\cdot\text{a}^{-1}$ (1977),最大为 1316.3mm (2002),平均 623.2mm ,表现为增加趋势,平均增加 $19.1\text{mm}\cdot(10\text{a})^{-1}$ 。平均极端降水总量变化趋势(图 3)具有明显的阶段性。从 5a 滑动平均上来看,20 世纪 70 年代至 80 年代中期,极端降水总量沿平均线震荡;80 年代中期至 90 年代初,极端降水总量处低值期;90 年代中后

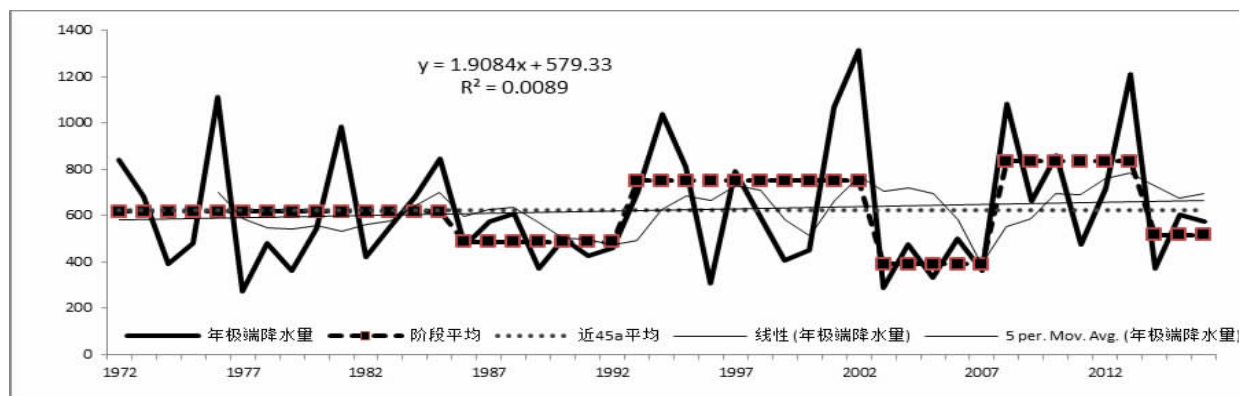


图 3 茂名地区年平均极端降水总量图

期至 21 世纪初呈增加趋势, 2003 年后呈减少趋势; 2008 年至 21 世纪 10 年代前期, 达最高值, 10 年代中期至今呈减少趋势。从年极端降水总量变化趋势的地域分布来看, 各地呈不同的变化趋势, 化州、高州两地表现为减少, 减少幅度分别为 $16.0\text{mm}\cdot\text{a}^{-1}$ 、 $4.0\text{mm}\cdot\text{a}^{-1}$, 其他站点呈不同程度的增加趋势, 分别为信宜 12.9 、茂名 97.3 、电白 $5.2\text{mm}\cdot\text{a}^{-1}$ 。

茂名地区平均极端降水频数为 $7.2\text{d}\cdot\text{a}^{-1}$, 最低值为 $3.4\text{d}\cdot\text{a}^{-1}$ (1977 年), 最高值为 $13.4\text{d}\cdot\text{a}^{-1}$ (2013 年)。总体上, 近 45a 茂名地区极端降水频数变化趋势略有增加, 平均增加 $0.15\text{d}\cdot(10\text{a})^{-1}$ 。其年际年代际变化与平均极端降水总量走势相似。分析茂名地区各站极端降水频数, 近 45a 信宜、茂名极端降水事件频数呈增加趋势, 其中茂名增幅明显, 为 $1.04\text{d}\cdot(10\text{a})^{-1}$, 高州、化州、电白极端降水事件频数倾向于减少, 但减幅较小。

茂名地区近 45a 平均极端降水强度达 84.9mm , 变化趋势表现为增大趋势, 为 $1.10\text{mm}\cdot(10\text{a})^{-1}$; 各地呈不同的变化趋势, 其中只有化州呈减小趋势, 减幅为 $0.115\text{mm}\cdot(10\text{a})^{-1}$, 其余站点均表现为增大趋势, 电白 $2.13\text{mm}\cdot(10\text{a})^{-1}$ 、信宜 $2.09\text{mm}\cdot(10\text{a})^{-1}$ 、茂名 $1.09\text{mm}\cdot(10\text{a})^{-1}$ 三站增幅明显, 只有高州增大趋势不明显。

分析各站上述极端降水指标变化趋势, 趋势系数除茂名年极端降水总量以及频数通过 0.05 显著性水平检验外, 其他各站各极端降水指标变化趋势均不明显。气候倾向率除电白、高州年极端降水雨量通过 0.05 显著性水平检验外, 其余趋势不显著。

综上分析, 近 45a 茂名、信宜极端降水量、频数和降水强度都趋于增加; 化州都趋于减少; 高州极端降水量和降水强度趋于增加, 频数减少; 电白极端降水频数增加, 而降水量和强度都减少; 就茂名地区平均而言, 极端降水量、频数和强度都趋于增加。同时可以看出, 极端降水量增加的原因是极端降水事件频次的增加和强度的增大, 具体在不同站点有不同的表现形式。

3.2.3 突变分析

上述分析表明, 近 45a 茂名地区极端降水量、频数和降水强度俱呈上升趋势, 这是否是气候突变的一种反映, 因此有必要对其变化程度进行突变检验。利用 M-K 检验方法对 45a 茂名地区各极端降水指标特征做突变分析。按照伍红雨等^[26]的研究, 图 4 显示了 45a 茂名地区极端降水量、频数和降水强度的 M-K 检验, 虽然呈上升趋势, 但在显著性水平内, 均有多个交叉点, 是以茂名地区极端降水量、频数和降水强度未发生突变。

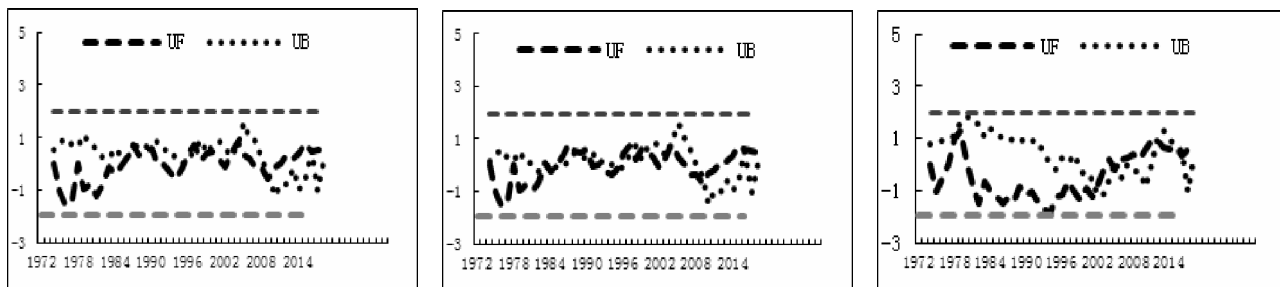


图 4 茂名地区极端降水量(a)、频数(b)和降水强度(c)M-K 突变检验

3.3.4 小波分析

为了揭示茂名地区年极端降水总量 (图 5a) 和极端降水频数 (图 5b) 的时间演变特征, 本文利用 Morlet 小波分析方法对茂名地区极端降水事件进行周期分析。结果显示, 两个小波实部在尺度、时空分布上都比较相似, 其中年极端降水总量准 3a 短周期; 20 世纪 70 年代至 80 年代后期, 存在较显著

的 9-10a 周期特征, 90 年代后至 21 世纪 10 年代前, 存在准 6a 和准 11-12a 震荡周期; 极端降水频数存在准 3a 短周期、12a 长周期, 20 世纪 70 年代至 80 年代后期, 存在较显著的 10a 周期特征, 90 年代后至 21 世纪 10 年代前, 存在准 6a 和准 12a 震荡周期。

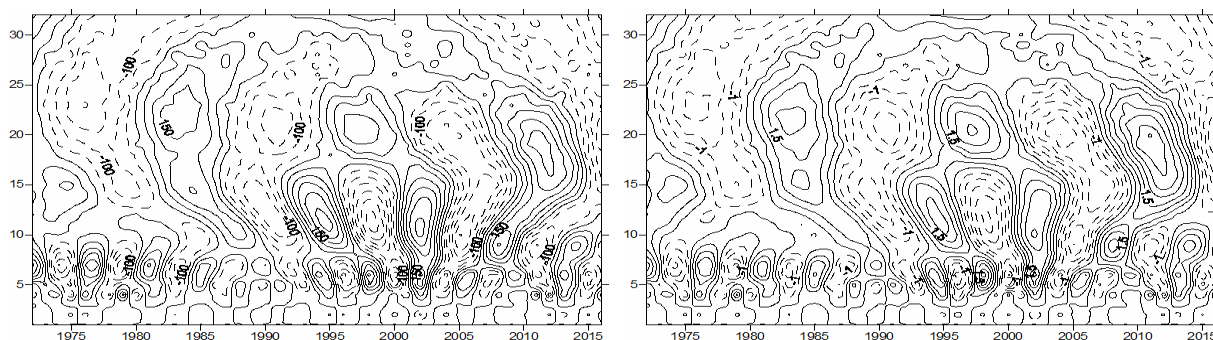


图5 茂名地区极端降水量(a)、频数(b)小波系数实部等值线图

4 结论

(1) 近 45a 茂名地区各站极端降水的阈值与强度由南向北递减, 平均年极端降水总量由西向东递减, 极端降水频次的由西北向东南递减。

(2) 茂名地区的极端降水事件发生的高峰月为 6 月, 极端降水总量峰值月为 8 月, 极端降水事件的平均强度月际差异较明显, 但未体现明显季节性差异。

(3) 茂名地区极端降水总量、频数以及强度均呈增加趋势, 年际变化明显。但是不同站点有不同的表现形式; 各极端降水指标突变特征不明显; 年极端降水总量以及频次存在准 3a 短周期、12a 长周期。

参考文献:

- [1] 广东省气候变化评估报告编制课题组. 广东气候变化评估报告(节选)[J]. 广东气象, 2007, 29(3): 1-2.
- [2] <http://www.docin.com/p-783487595.html>
- [3] 林良勋, 冯业荣, 黄忠, 等. 广东省天气预报技术手册[M]. 北京: 气象出版社, 2006: 86-93.
- [4] 吴慧, 邹燕, 朱晶晶, 等. 海南省区域性暴雨过程综合强度评估方法研究[J]. 气象研究与应用, 2017, 38(3): 8-12.
- [5] 程正泉, 项颂翔, 黄晓莹, 等. “凡亚比”登陆引发粤西大范围强降水的对流降水分析[J]. 广东气象, 2013, 35(1): 14-18.
- [6] 钟雄葛, 杨廷春, 彭可泉, 等. “5.20 信宜市特大暴雨过程诊断分析[J]. 广东气象, 2016, 38(6): 28-30.
- [7] 钱维宏, 符娇兰, 张玮玮, 等. 近 40 年中国平均气候与极值气候变化的概述[J]. 地球科学进展, 2007, 22(7): 673-684.
- [8] 秦大河, 丁一汇, 苏纪兰, 等. 中国气候与环境演变评估(I): 中国气候与环境变化及未来趋势[J]. 气候变化研究进展, 2006, 1(1): 4-9.
- [9] 肖伟军, 陈炳洪, 刘云香. 近 45a 华南夏季降水时空演变特征[J]. 气象研究与应用, 2009, 30(1): 12-14, 22.
- [10] 覃卫坚, 李耀先, 覃志年. 广西暴雨的区域性和连续性研究[J]. 气象研究与应用, 2012, 33(4): 1-4.

- [11] 周绍毅, 苏志, 李强. 广西 5 个主要极端降水指数变化趋势分析[J]. 气象研究与应用, 2012, 33(3): 8-13.
- [12] 黄明策. 广西暴雨时空分布特征[J]. 广西气象, 2006, 27(3): 34-36, 50.
- [13] 丘平珠, 唐炳莉. 广西降雨强度的气候分析[J]. 气象研究与应用, 2007, 38(3): 45-48.
- [14] 黄雪松, 周惠文, 黄梅丽, 等. 广西近 50 年来气温、降水气候变化[J]. 广西气象, 2005, 26(4): 9-11.
- [15] 王艺, 蓝求, 李雯雯. 柳州市短历时暴雨变化特征分析[J]. 气象研究与应用, 2016, 37(3): 84-86, 97.
- [16] 周绍毅, 卢小凤, 罗红磊. 南宁市短历史暴雨演变特征分析[J]. 气象研究与应用, 2016, 37(1): 64-67.
- [17] 陈冰, 江满桃, 郭潮升, 等. 化州暴雨气候特征分析及极端事件重现期计算[J]. 气象研究与应用, 2014, 35(4): 19-23.
- [18] IPCC. Climate change 2013: the physical science basic [R]. Cambridge: Cambridge University Press, 2013.
- [19] 翟盘茂, 潘晓华. 中国北方近 50 年温度和降水极端事件变化[J]. 地理学报, 2003, 58(9): 1-10.
- [20] RAO K, PATWARDHAN S, KULKARNIA, et al. Projected change in mean and extreme precipitation indices over India using PRECIS [J]. Global & Planetary Change, 2014, 113(2): 77-90.
- [21] 魏凤英. 现代气候统计诊断与预测技术[M]. 北京: 气象出版社, 2009: 27-29.
- [22] Xu Z X, Takeuchi K, Ishidaira H. Monotonic trend and step changes in Japanese precipitation [J]. Journal of Hydrology, 2003, 279(1-4): 144-150.
- [23] 王芬, 孙旭东, 杨溢. 黔西南暴雨多时间尺度特征及其天气学成因分析[J]. 气象研究与应用, 2015, 36(2): 15-20.
- [24] 林振山, 邓自旺. 子波气候诊断技术的研究[M]. 北京: 气象出版社, 1999: 1-36.
- [25] 陆虹, 陈思蓉, 郭媛, 等. 近 50 年华南地区极端强降水频次的时空变化特征[J]. 热带气象学报, 2012, 28(2): 219-227.
- [26] 伍红雨. 华南暴雨的气候特征及变化[J]. 气象, 2011, 37(10): 1262-1269.