

顾雪,米楚阳,罗霄. 近40年湘西州暴雨特征研究[J]. 陕西气象, 2020(5):31-35.

文章编号:1006-4354(2020)05-0031-05

近40年湘西州暴雨特征研究

顾雪,米楚阳,罗霄

(湘西州气象局,湖南吉首 416000)

摘要:利用1979—2018年湘西州8个县、市国家气象站降水量数据,分析了湘西州暴雨特征。结果表明:湘西州暴雨多发生在汛期5—9月,占全年88%,东部和东南部多,西部和西南部少。夏季暴雨占66%,空间分布北部(龙山)较多,其他县、市东多西少;春季暴雨占全年暴雨的20%,空间分布南多北少;秋季暴雨占14%,西南部较少,中部较多。夏季暴雨强度最大,主要集中在50~164.7 mm/d,春季和秋季暴雨强度相当,主要集中在50~115.7 mm/d和50~116.1 mm/d之间。湘西州暴雨频次的年际变化具有11~19 a和6~10 a两个较明显周期。

关键词:暴雨日;暴雨强度;箱线分析;小波分析

中图分类号:P68.024

文献标识码:A

全球气候变暖^[1-2],极端天气增多,暴雨频发使得气候变化越来越受到人类重视。暴雨研究^[3-5]表明,进入21世纪以来我国南方暴雨增多。国家气候中心最新发布2019年中国气候变化蓝皮书指出,气候变暖趋势持续,中国平均年降水量有微弱上升趋势,极端天气气候事件趋多趋强。在此背景下,湖南地区暴雨日数和暴雨强度呈上升趋势^[6]。湘西州地处云贵高原东侧,季风性气候特点明显,暴雨具有显著的季节性特征,加之河流密布,暴雨容易诱发山洪、崩塌、滑坡等地质灾害,严重威胁着人民生命财产安全,影响当地经济发展建设,如凤凰2014年的7月15日特大暴雨洪灾,凤凰古城被淹,直接经济损失达到12亿;古丈2016年7月17日默戎突发暴雨山洪,其中17日默戎镇降雨量达203 mm,约1万 m³的泥石流倾泻而下,冲毁了房屋5栋14间。历年因局地暴雨导致的山体滑坡、崩塌等事件更是数不胜数。众多专家学者^[7-10]从天气学角度研究了湖南大范围的暴雨及环流状况,湖南暴雨天气过程与低空急流关系非常密切^[6]。邱军、张新主、李萍云等^[11-14]研究了地形对暴雨的特殊作用。湘西州南

东低—北西高,州内山地海拔较高,与湖南东部和南部地形差异明显。冷暖气流交汇、山地对暖湿气流的阻挡以及山地有利于平原地区暖气团维持是湖南暴雨时空分布的一个重要原因^[12]。因此湘西州的暴雨和湖南其他地区有一定区别。切变线、低空西南急流和高空槽是造成区域内暴雨的主要天气系统,其次是冷锋和西南涡。针对性分析湘西州的暴雨时空特征、量级特征及周期具有重要意义,可为湘西州乃至湖南全省的暴雨研究和防汛工作提供一定参考。

1 研究区域、资料及分析方法

1.1 研究区域

湘西州(东经109°10′~110°22.5′,北纬27°44.5′~29°38′之间)地处湘西北,和贵州高原接壤,山地地貌特征明显,武陵山脉自东北向西南贯穿全州。湘西州地势西北高、东南低。北部的龙山县、永顺县海拔较高,有成片山脉海拔高度超过1 000 m,南部吉首市、泸溪县、凤凰县东部海拔较低,在70~500 m之间。

1.2 资料及分析方法

分析所用的1979—2018年的降雨量资料,由

收稿日期:2020-05-26

作者简介:顾雪(1991—),女,汉族,江苏省邳州人,硕士研究生,助理工程师,从事短期天气预报。

中国气象局 CMISS 数据库提供。湘西州境内共 8 个气象站,包括:吉首市国家基准气候站,龙山县、永顺县、花垣县、古丈县、泸溪县和凤凰县等 6 个一般国家气象观测站以及保靖县国家基本气象站。24 小时日雨量(20—20 时) ≥ 50.0 mm 为暴雨,单站某日出现暴雨记为一个暴雨日,分析单站时统计暴雨日数(单位为 d),分析湘西州时统计暴雨频次,即为 8 县、市暴雨日合计(单位为站次),平均值则为 8 县、市平均。

通过近 40 年的观测资料,统计分析湘西州暴雨日的时间变化及空间分布特点。通过箱线分析方法,分析不同季节的暴雨雨强。利用 Morlet 小

波分析方法,分析暴雨日数的周期变化特征,以及暴雨的较强周期。

2 暴雨的时空特征

2.1 总体特征

湘西州 1979—2018 年全州暴雨频次为 1 310 站次(表 1),其中 2—11 月均有暴雨发生。在汛期 5—9 月暴雨出现最多,共有 1 155 站次,占暴雨总数的 88%。从月变化来看,湘西州暴雨呈现先增加后减少趋势。2—3 月有零星暴雨发生;4 月暴雨显著增加;6—7 月达到极大值,共 691 站次,占暴雨总数的 52.7%;8—10 月暴雨逐渐减少;进入 11 月后暴雨明显减少,全州仅有 22 站次。

表 1 1979—2018 年湘西州各月暴雨频次

单位:站次

县、市	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	年合计
龙山	0	0	0	4	16	44	51	26	15	8	1	0	165
永顺	0	2	0	7	24	43	55	15	13	5	3	0	167
保靖	0	0	1	7	30	37	36	23	14	11	2	0	161
花垣	0	0	0	8	21	29	36	21	14	8	2	0	139
古丈	0	0	0	12	20	44	47	20	12	7	3	0	165
吉首	0	0	0	11	32	53	41	22	12	6	4	0	181
泸溪	0	0	1	15	25	46	44	20	15	6	5	0	177
凤凰	0	0	1	8	26	48	37	22	6	5	2	0	155
月合计	0	2	3	72	194	344	347	169	101	56	22	0	1 310

由暴雨日数极值(表 2)可知,各县、市最多暴雨年份中有 8~11 d 暴雨,而最少暴雨年份中保靖、花垣、古丈、吉首和凤凰等县、市没有暴雨发

生,而龙山、永顺、泸溪等县只有 1 d 出现暴雨。各县、市年平均暴雨日数为 3.5 d(花垣)~4.5 d(吉首)。

表 2 1979—2018 年湘西州年暴雨日数极值

单位:d

县、市	龙山	永顺	保靖	花垣	古丈	吉首	泸溪	凤凰
年最多暴雨日数	9	9	11	9	10	11	9	8
年最少暴雨日数	1	1	0	0	0	0	1	0
年平均暴雨日数	4.13	4.18	4.03	3.48	4.13	4.53	4.43	3.88

1979—2018 年湘西州不同年份暴雨频次差异较大,最少年为 1994 年仅有 9 站次,最多年为 1996 年 62 站次,平均为 32.75 站次/a,无明显的年变化趋势(图 1)。40 年间湘西州有 4 个暴雨峰值时段,1980 年、1995—1996 年、1998—1999 年、

2014—2017 年。1995—1996 年和 1998—1999 年暴雨频次最多,1980 年次多,2014—2017 年较少,说明 2000—2018 年间暴雨频次极端性比 20 世纪 80 年代和 90 年代弱。

湘西州各县、市 40 年暴雨日数为 139(花垣)

~181(吉首)d(图 2),暴雨总日数总体呈现东部(古丈东部、永顺东部)、东南(吉首、泸溪)多,西部(花垣)、西南(凤凰)少的分布,其中吉首为全州的暴雨中心,花垣暴雨日数最少。结合地形可发现,湘西州暴雨分布与地形有一定的相关性,地形最低处(吉首、泸溪)暴雨日数最多,随着海拔向西增高,以及北部山脉阻挡,暴雨日数有所减少。

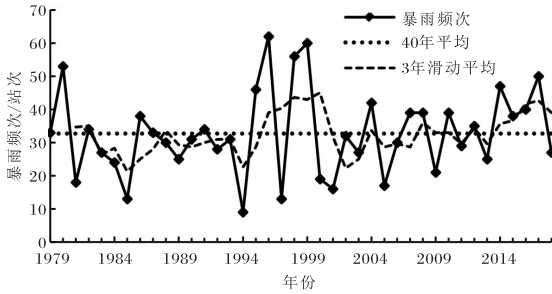


图 1 1979—2018 年湘西州暴雨频次年际变化

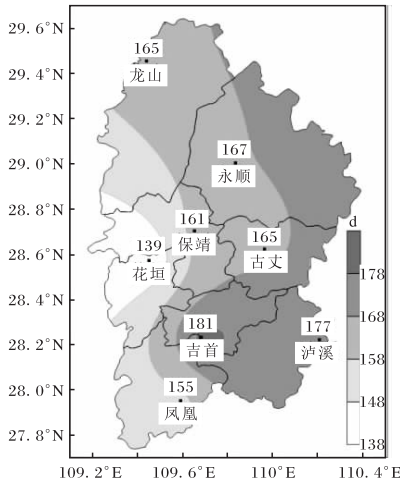


图 2 1979—2018 年湘西州各县、市累积暴雨日数

2.2 季节变化

湘西州暴雨受地形和季节性天气系统影响,对季节性暴雨空间分布分析,了解季节性的空间分布差异,可提高对湘西州不同季节暴雨的主要落区的认识。

湘西州春季暴雨主要受 850 hPa 低涡和地面气旋波影响产生。1979—2018 年全州春季暴雨频次累计为 269 站次,占全年暴雨频次的 20%。空间分布(图 3 a)具有明显的由南向北递减的特征,北部少,东南多,最大为吉首、泸溪。

夏季暴雨由副高及其西部的槽或西南涡共同产生。全州夏季暴雨频次累计为 860 站次,占全年 66%。由图 3 b 可见,其空间分布北部(龙山)较多,其次为东南部(吉首),其他县、市呈现东多西少的分布,最少为西部花垣、保靖。

秋季暴雨为高原槽东移加深在湘西州产生。全州秋季暴雨频次为 179 站次,占全年 14%,空间分布(图 3 c)最少为西南部(凤凰),最多为中部(保靖),总体分布除西南部暴雨日最少外,其他县、市分布相对较均匀。

3 暴雨强度特征

湘西州各个季节的主要影响天气系统不同,水汽和能量供应等也有差异,因此暴雨强度也不尽相同。暴雨强度(单位为 mm/d)是暴雨特征研究的一个重要方面,亦可对湘西州的暴雨量级预报和防汛提供一定的参考依据。为此,通过箱线分析方法,统计分析不同季节的暴雨雨强。

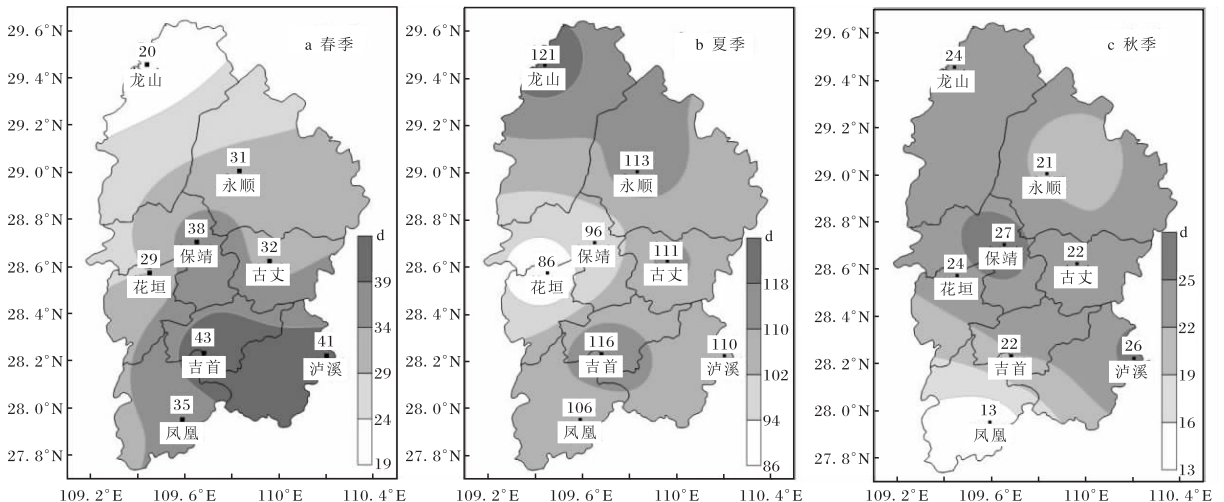


图 3 1979—2018 年湘西州春季(a)、夏季(b)、秋季(c)累计暴雨日数空间分布

春季各县、市暴雨强度(图4 a)主要集中在50~115.7 mm/d之间。箱线分析中115.7 mm/d以上的离群值共有15个,占样本总数的5.6%,最大离群值为1995年5月31日永顺的344.1 mm,其他基本在164.3 mm以下。344.1 mm为40年来最大的暴雨日值,且与第二大值(265.1 mm)差异较大。因此可以认为春季暴雨强度主要集中在50~115.7 mm/d之间,在115.7~164.3 mm/d之间有5.6%的可能性。

夏季暴雨强度增强,暴雨强度主要集中在50~164.7 mm/d(图4 b),比春季暴雨强度增加49 mm。164.7 mm以上的离群值点共有36个,占样本总数的4.2%,最大离群值为1998年7月22日永顺的

日暴雨265.1 mm,表明湘西州夏季暴雨中有4.2%的可能性发生强度在164.7~265.1 mm/d的暴雨,由此可见夏季暴雨的极端性更强。

秋季暴雨强度与春季暴雨强度相当,主要集中在50~116.1 mm/d(图4 c)。箱线图中离群值点共有9个,占样本总数的5%,最大为1989年9月2日龙山的205.7 mm,表明秋季暴雨中有5%的可能性发生强度在116.1~205.7 mm/d之间的暴雨。

通过季节性暴雨强度分析,对湘西州日暴雨强度有了清楚的认识,由于夏季日暴雨强度更大,极端性更强,需要重点防御夏季的暴雨,但春季和秋季的暴雨防御工作也不可松懈。

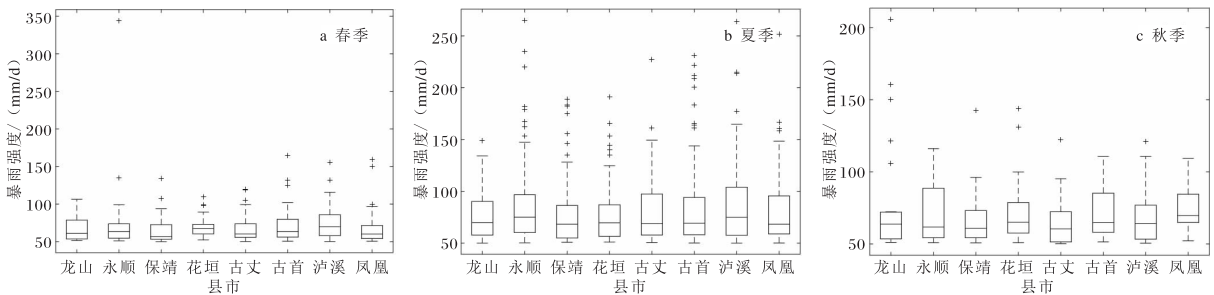


图4 1979—2018年湘西州各县、市春季(a)、夏季(b)、秋季(c)暴雨强度箱线分析

4 周期分析

为了解湘西州暴雨频次的周期性,利用小波分析方法,分析了1979—2018年湘西州年暴雨频次的周期变化特征,以及暴雨的较强周期。图5给出了暴雨频次小波变化系数实部等值线图 and 较强震荡周期小波系数时序图。

湘西州年暴雨在变动过程中存在多时间尺度

特征,大的震荡周期尺度为11~19 a。小波实部时频分布中(图5 a),1987年为负中心,1997年为正中心,2007年为负中心,2017年为正中心。小的震荡周期表现为6~10 a,同样其中心为负(1984年)-正(1989年)-负(1993年)-正(1998年)-负(2003年)-正(2007年)-负(2012年)-正(2016年)转换。选取最强震荡中心的周期做小

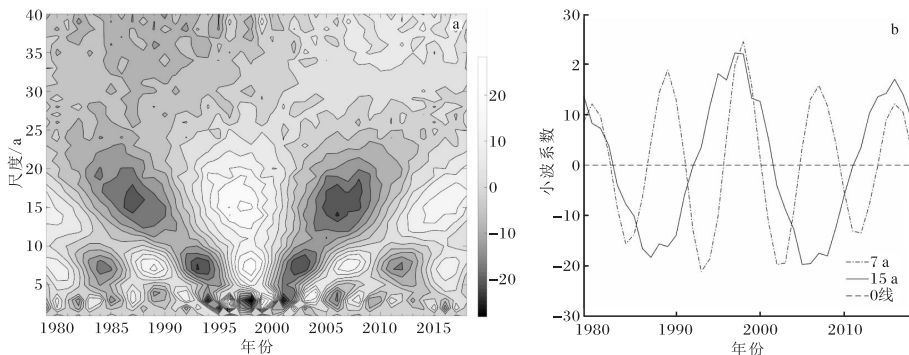


图5 1979—2018年湘西州年暴雨日数小波变化系数实部等值线图(a)和较强震荡周期小波系数时序图(b)

波系数时序图(图5b),所选两周期分别为第7a和第15a。1979—1984年,1993—2002年,2011—2018年两周期震荡位相相同,其余年份位相相反或交叉。当位相相同,且小波系数逐渐加大、振幅增强时可发现年暴雨频次有增多倾向;当位相相同,且小波系数逐渐减小时暴雨频次有减少倾向。2017年后第7a和15a周期曲线同时下降,根据周期演变趋势,第7a周期需要在2017年后3~4a后才会到达波谷反弹上升,同时15a则需要更长时间。

5 结论

(1)湘西州暴雨频次在汛期5—9月最多,占全年的88%;州内年暴雨日数空间分布呈现东部和东南部多,西部和西南部少的特点。夏季暴雨频次占全年的66%,空间分布北部(龙山)多,其他县、市具有东多西少特征;春季暴雨频次占全年的20%,具有自南向北减少的特征;秋季暴雨占全年14%,空间分布西南部(凤凰)最少,中部(保靖)最多,其他县、市分布相对较均匀。

(2)春季各县、市暴雨强度主要集中在50~115.7 mm/d之间,有5.6%可能性在115.7~164.3 mm/d之间;夏季暴雨强度主要集中在50~164.7 mm/d之间,在164.7~265.1 mm/d有4.2%的可能性;秋季暴雨强度主要集中在50~116.1 mm/d之间,在116.1~205.7 mm/d有5%的可能性。

(3)暴雨周期分析表明,年暴雨频次具有11~19a的大震荡周期,小的震荡周期为6~10a。2017年后两较强的震荡周期(7a和15a)曲线同时下降明显,根据周期演变趋势,第7a周期需要在2017年后的3~4a后才会到达波谷反弹上升,而15a则需要更长时间。

参考文献:

- [1] 秦大河. 气候变化科学与人类可持续发展[J]. 地理科学进展,2014,33(7):874-883
- [2] 丁一汇,王会军. 近百年中国气候变化科学问题的新认识[J]. 科学通报,2016,61(10):1029-1041.
- [3] 林建,杨贵名. 近30年中国暴雨时空特征分析[J]. 气象,2014,40(7):816-826.
- [4] 於琰,徐影,张永香. 近25a中国暴雨及其引发的暴雨洪涝灾害影响的时空变化特征[J]. 暴雨灾害,2018,37(1):67-72
- [5] 史培军,孔锋,方佳毅. 中国年代际暴雨时空变化格局[J]. 地理科学,2014,34(11):1281-1290.
- [6] 戴泽军,刘志雄,李易芝,等. 近54a湖南区域暴雨的时空分布特征[J]. 暴雨灾害,2015,34(1):41-46.
- [7] 靳莉君,黄昌兴,朱春子,等. 2017年6月湖南致洪暴雨的天气分析[J]. 水文,2018,38(5):91-96.
- [8] 彭莉莉,谢傲,罗伯良,等. 湖南汛期区域持续性暴雨环流型与暴雨落区关系[J]. 中国科学技术大学学报,2018,48(7):580-593.
- [9] 蔡荣辉,陈静静,文萍,等. 2017年湖南一次特大致洪暴雨过程的水汽特征[J]. 干旱气象,2019,37(2):288-300.
- [10] 刘红武,尹忠海,杨令,等. 湖南一次暖区极端特大暴雨多尺度特征分析[J]. 中低纬山地气象,2019,43(5):7-15.
- [11] 邱军,李江南,梁毅进,等. 广东省持续性暴雨的气候特征[J]. 热带地理,2008,28(5):405-410.
- [12] 张新主,章新平,张剑民,等. 1999—2008年湖南省暴雨特征分析[J]. 自然灾害学报,2011,20(1):19-25.
- [13] 李萍云,王楠,戴昌明,等. 一次秦岭南麓暴雨中秦巴山区地形作用模拟分析[J]. 陕西气象,2018(1):1-9.
- [14] 井宇,徐娟娟,杜莉丽,等. 地形重力波拖曳参数化方案在一次陕西极端性暴雨天气过程中的应用[J]. 陕西气象,2019(5):16-22.
- [1] 秦大河. 气候变化科学与人类可持续发展[J]. 地