

张天圣,蔡英纓,符曦. 海南岛汛期降水变化特征及其与旱涝的关系[J]. 陕西气象,2022(1):47-52.

文章编号:1006-4354(2022)01-0047-06

海南岛汛期降水变化特征及其与旱涝的关系

张天圣^{1,2},蔡英纓¹,符曦¹

(1. 海南省气象服务中心,海口 570100;2. 海南省南海气象防灾减灾重点实验室,海口 570100)

摘要:选用海南岛 18 个市县气象观测站 1981—2017 年日降水资料,利用线性趋势、相关分析等方法研究了海南岛汛期降水变化特征及其与旱涝之间的关系,结果表明:汛期小雨日数的大值区主要分布在中部山区,中雨、大雨日数的大值区主要分布在中部、东南部地区,暴雨、大暴雨日数的大值区主要分布在中部、东部地区,而特大暴雨日数的大值区主要分布在西部的临高、昌江一带;小雨、中雨、大暴雨日数月变化为单峰结构,大雨、暴雨、特大暴雨日数呈现出双峰结构;暴雨和特大暴雨日数的变化呈明显的增多趋势,且暴雨日数在 2005 年前后出现增多的突变;各等级降水日数与汛期总降水量相关性由高到低依次为暴雨、大暴雨,特大暴雨、大雨、中雨、小雨;暴雨、大暴雨无论是涝年还是旱年均具有显著影响,特大暴雨仅对涝年影响较大,大雨对旱年影响较大。

关键词:不同等级降水;突变;贡献率;旱涝年;海南岛

中图分类号:P426.6

文献标识码:A

降水描述天气和气候及其变化的重要参数,其类型和降水量的多寡受大气环流变化所控制^[1-2]。依据降水量和实际业务需要,可将降水划分为不同等级^[3-5]。Manton 等^[6]分析表明,世界一些地区的年降水量与极端降水事件增减趋势存在很大差异,甚至呈反相变化,这说明旱涝灾害的发生与降水量有关,但很大程度上取决于降水时空分配不均,即与降水事件的频率和强度有更为密切的联系^[7]。近年来,中国学者开展了一系列的研究,主要以某个地区降水量的多少来分析该地区的旱涝情况^[8-10],或仅讨论不同等级降水日数的变化特征^[11-14]。海南岛降水丰沛,年平均降水量约 1 800 mm。受地形影响,各地年雨量差别大,呈东多西少的分布特征。受季风影响,干、湿季明显,11—4 月为干季,5—10 月为雨季(汛期),容易发生台风、暴雨洪涝灾害^[15]。吴岩峻^[16]研究发现,在过去的 40 年里,海南岛的年总降水日数呈减少趋势,其中秋季减少最为明显,年降水量有微弱增加趋势;吴慧等^[17]认为海口市汛期总

降水量与相当暴雨日数关系相当密切,与中雨和小雨日数的关系不明显;张明洁等^[18]发现,海南年平均和四季降雨量呈微弱的线性增加趋势;李文韬^[19]研究了澄迈降雨量和降雨日数变化特征指出四季降雨量从多到少分别为夏季、秋季、春季、冬季,降雨日数为秋季、夏季、冬季、春季。而对于海南岛不同市县汛期各等级降水特征及旱涝关系的研究并不多见。本文在已有研究的基础上,选用海南岛 18 个市县日降水资料,采用线性趋势、相关系数、合成分析的方法对汛期降水变化特征进行统计分析,对旱涝年份对应的各等级降水进行研究,以揭示海南岛不同等级降水日数与降水量的关系、不同等级降水对旱涝的影响。

1 资料来源与研究方法

选用海南岛 18 个市县气象观测站 1981—2017 年汛期(5—10 月)日降水资料(20—20 时),根据降水等级划分标准,将日降水量分为 6 个等级:小雨(0.1 mm~<10.0 mm)、中雨(10.0 mm~<25.0 mm)、大雨(25.0 mm~<50.0 mm)、暴雨

收稿日期:2021-04-03

作者简介:张天圣(1981—),男,海南定安县人,硕士,工程师,从事气象预报服务工作。

基金项目:海南省自然科学基金项目(HNQXJS202005)

(50.0 mm~<100.0 mm),大暴雨(100.0 mm~<250.0 mm),特大暴雨(≥ 250.0 mm)。对海南岛 18 个市县气象站不同等级的降水日数进行统计,采用的方法有线性趋势法、相关分析等。

2 各等级降水日数气候特征

2.1 空间分布特征

图 1 为汛期各等级降水日数的空间分布情况。可以看到各等级降水日数的大值区分布有所不同:小雨日数主要分布在中部山区,其中五指山小雨日数最多,达到 69.7 d/a;中雨、大雨日数主要位于中部、东南部地区,而东南部地区保亭县的中雨和大雨日数均为最多,分别为 24.5 d/a 和 14.1 d/a;暴雨、大暴雨日数主要分布在中部、东部地区,其中琼中县的暴雨和大暴雨日数最多,分别为 6.5 d/a 和 2.1 d/a。海南岛为一穹形山体,中间高四周低,中部、东部地区处于五指山的迎风

坡,由沿海、丘陵到山地,地势逐渐抬升,增强了暖湿空气的抬升作用。这种特殊地形对降雨具有增幅作用,当偏东气流受五指山阻挡会产生爬山运动,并导致迎风坡和背风坡雨量分布的变化,使得暴雨中心主要在海南岛中部、东部地区^[15]。特大暴雨以上日数的大值区域主要分布在西部的临高、昌江一带,其中昌江达到 0.6 d/a,即约平均每两年就有一次特大暴雨。主要受西移热带气旋影响(例如 2011 年第 17 号台风“纳莎”、2016 年第 8 号台风“电母”等),海南岛西部处于热带气旋路径的向岸风或五指山迎风坡,在海陆风摩擦辐合和五指山抬升辐合作用下容易造成强降水增幅。从图 1 还可以看到,随着降水等级的增大,相应的降水日数也迅速减少,小雨日数的范围大约为 37~69 d/a,中雨日数的范围大约为 9~24 d/a,特大暴雨范围只有 0.16~0.7 d/a。

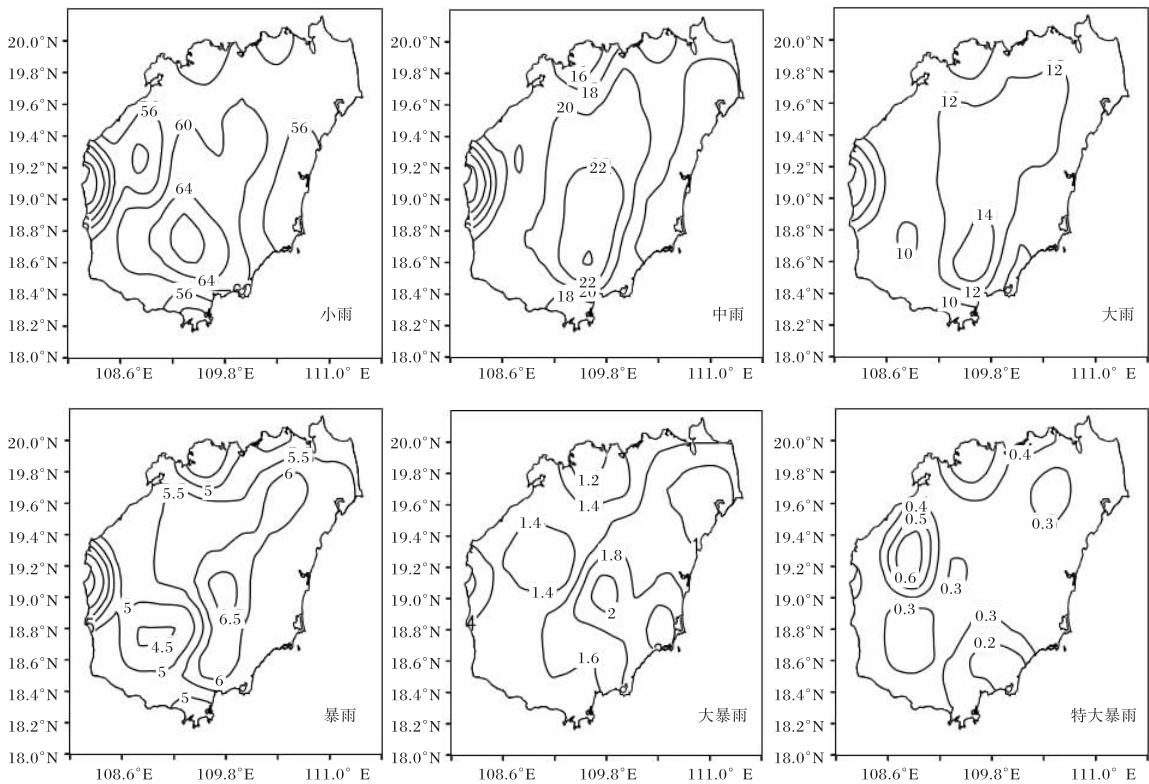


图 1 1981—2017 年海南岛汛期各等级降水日数年平均分布(单位为 d;审图号为 GS(2016)1665 号)

2.2 时间变化特征

2.2.1 月变化 图 2 给出了各等级降水日数月变化情况,可以看到,各等级降水日数进入 5 月份后开始明显增加。小雨和中雨日数在 8 月达到最

大值,小雨平均每年每个站点约有 11 d,中雨有 3.8 d 左右;大雨日数在 9 月达到最大值,约有 2.3 d;暴雨、大暴雨、特大暴雨的日数在 10 月达到最大值,分别为 1.19、0.52、0.12 d。从图 2 还

可以看到,大雨、暴雨、特大暴雨日数呈现出双峰结构,而小雨、中雨、大暴雨日数均为单峰结构。

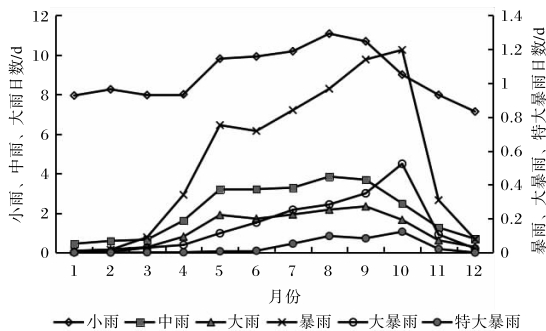


图2 1981—2017年海南岛汛期各等级降水日数月平均分布

2.2.2 年际变化 图3给出了汛期各等级降水日数的年际变化。汛期降水量(图略)从20世纪80年代到90年代变化相对比较平缓,2000年后变化幅度开始加大,在2010年汛期降水量达到最大值,为2016.9 mm,1987年最小为1011.8 mm。汛期降水量的趋势变化整体为上升趋势,趋势系数为0.29,没有通过0.05显著性检验,利用Mann-Kendall对降水序列做气候突变检验,发现在2005年前后出现了降水增多的显著突变。从各等级降水日数来看(图3),除小雨日数变化趋势为减少外,其余各等级降水日数呈增多趋势,其中暴雨和特大暴雨日数的变化趋势系数为0.38、0.48,通过0.05显著性检验。从图3还可以看到,各等级降水日数在2005年前后均经历了一次由少到多的转变,这与汛期降水量突变相一致,利用Mann-Kendall进行突变检验,发现只有暴雨日数通过0.05显著性检验。2005年前后暴

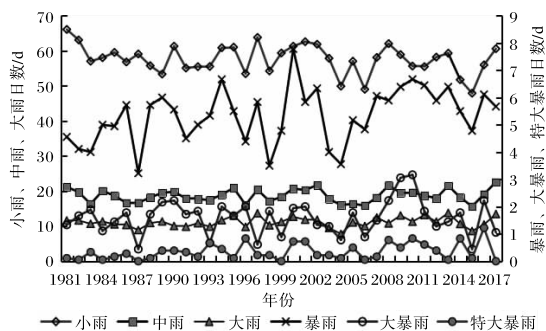


图3 1981—2017年海南岛汛期各等级降水日数年际变化

雨日数差值分布图(图略)显示,除了五指山暴雨日数差值为负值外,其余市县均为正值,说明2005年前后大部分市县暴雨日数经历了由少到多的转变,大值区分布在东部、南部沿海、西北部地区,其中三亚达到2 d左右,即2005年后暴雨日数较2005年之前平均每年增加了约2 d。

3 各等级降水日数与降水量的相关性

图4给出了汛期各等级降水日数与降水量之间的相关系数分布,可以看到,随着降水等级的增大,相关系数也相应的变大,尤其是到大雨,通过显著性检验的区域迅速扩大。小雨日数与降水量的相关系数很小,均在0.3以下,没有通过0.05显著性检验,中雨日数只有东方站通过0.05显著性检验,大雨却有13个站通过0.05显著性检验,暴雨和大暴雨则是所有站均通过0.05显著性检验,特大暴雨有16站通过0.05显著性检验,只有琼中和陵水没有通过显著性检验。从全岛各等级降水日数区域平均来看,降水量与各降水等级日数的相关系数从大到小依次为暴雨(0.82)、大暴雨(0.79)、特大暴雨(0.69)、大雨(0.60)、中雨(0.58)、小雨(0.41),相关性最好的是暴雨,相关性最差的是小雨。

4 各等级降水在汛期降水量中的贡献

图5给出了汛期各等级降水量/降水日数占总降水量/占总降水日数的比例。由图5可看到,降水量贡献最大的为大雨,其次为暴雨;贡献最小的为特大暴雨,其次为小雨。小雨和中雨的降水日数虽然占总降水日数的比例约80%,但是降水量贡献率只有30%,所以对降水量的影响不大;而大雨以上的降水日数虽然只占总降水日数约20%,但其降水量贡献率达到70%。这与从各等级降水日数与降水量的相关性分析的结果较为一致。特大暴雨降水日数只占总降水日数的0.36%,但其降水量贡献率却达到6%。从表1(见第51页)可以看出:除了文昌、万宁、陵水、三亚、东方等几个沿海市县为暴雨对汛期降水量贡献率最大外,其余市县均为大雨贡献最大,大部分市县降水量贡献率最大的前两个降水等级为大雨和暴雨,只有五指山、乐东为大雨和中雨;除昌江小雨和临高大暴雨对降水量贡献最小外,其余各

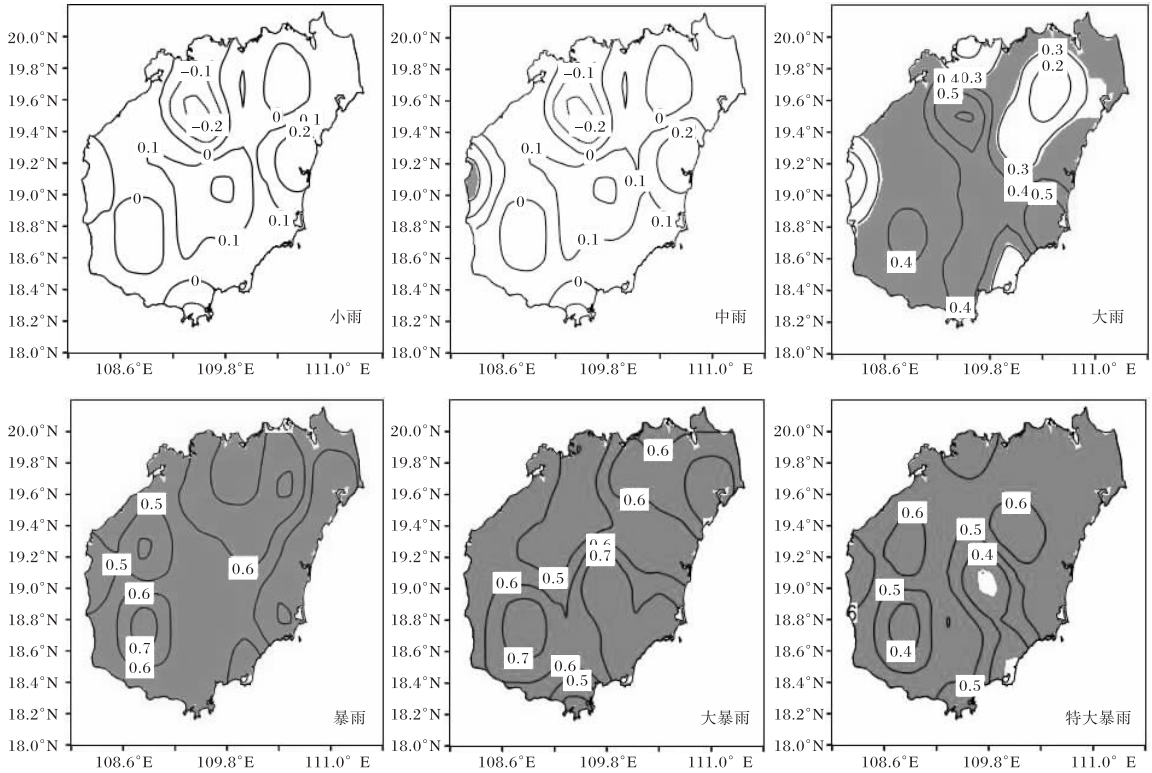


图4 1981—2017年海南岛汛期各等级降水日数与降水量的相关系数分布(阴影表示通过0.05显著性检验)
(审图号为GS(2016)1665号)

市县均为特大暴雨贡献最小,大部分市县贡献率最小的前两个等级为特大暴雨和小雨,只有西部地区的昌江和临高为大暴雨和小雨,白沙为特大暴雨和大暴雨。

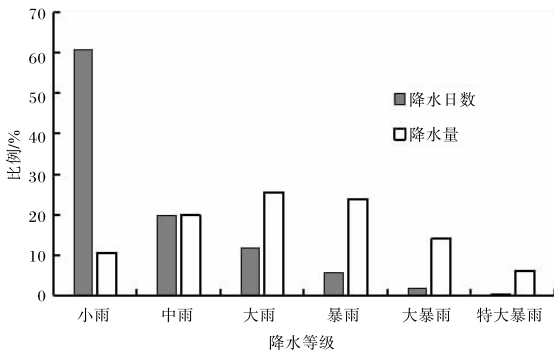


图5 1981—2017年海南岛汛期各等级降水量/降水日数占汛期总降水量/总降水日数的比例

5 各等级降水对旱涝的影响

为了进一步分析不同等级降水在汛期旱涝年中的影响,采用正态化Z指数来划分旱涝等级,具体做法参考文献[20],以此选出涝年为2000、2001、2008、2009、2010、2011、2016年,旱年为

1987、1999、2003、2004、2006、2015年,并对旱涝年各降水等级距平情况进行分析(见表2)。在汛期降水偏多年,小雨有近一半的站为负距平,所有站均未通过0.05显著性检验;中雨虽然有16站为正距平,但只有2站通过0.05显著性检验;大雨有11站为正距平,通过0.05显著性检验的只有3站;暴雨、大暴雨和特大暴雨几乎所有站均为正距平,且通过0.05显著性检验的站达一半左右(暴雨7个、大暴雨9个、特大暴雨9个)。可见暴雨及其以上降水对涝年降水的影响显著,而小雨、中雨和大雨的影响不大。在汛期降水偏少年,大多数站为负距平,其中小雨有4站通过0.05显著性检验,中雨有7站通过0.05显著性检验,大雨、暴雨、大暴雨有一半左右的站通过0.05显著性检验(大雨8个、暴雨9个、大暴雨9个),特大暴雨通过0.05显著性检验的站比较少。可见大雨、暴雨、大暴雨对旱年降水影响显著,特大暴雨、小雨、中雨的影响不显著。从旱涝年各等级降水分布(图6)可以看出,小雨、中雨对旱涝年降水影响不显著,暴雨、大暴雨无论是涝年还是旱年均显著

表 1 1981—2017 年海南岛汛期各市县不同等级降水量及贡献 单位:mm

市县	小雨	中雨	大雨	暴雨	大暴雨	特大暴雨
海口	150.5(5)	276.8	353.1(1)	322.2(2)	217.6	108.8(6)
东方	95.7(5)	151.3	164.7(2)	200.5(1)	163.7	88.8(6)
临高	145.0(5)	241.4	310.0(1)	270.9(2)	143.7(6)	163.1
澄迈	167.5(5)	341.5	422.2(1)	364.8(2)	180.5	96.5(6)
儋州	169.4(5)	325.4	436.8(1)	397.4(2)	188.6	87.9(6)
昌江	148.7(6)	289.9	377.8(1)	363.9(2)	159.5(5)	201.8
白沙	178.1	354.2	434.9(1)	389.4(2)	174.0(5)	71.5(6)
琼中	178.4(5)	375.8	482.9(1)	463.1(2)	274.8	73.9(6)
定安	162.2(5)	307.9	449.3(1)	422.9(2)	235.7	61.8(6)
屯昌	167.6(5)	338.2	435.8(1)	413.0(2)	229.8	99.2(6)
琼海	157.5(5)	286.7	422.9(1)	385.7(2)	245.9	105.3(6)
文昌	152.3(5)	270.3	365.7(2)	389.9(1)	283.4	92.1(6)
乐东	178.2(5)	319.7(2)	332.1(1)	295.0	212.9	49.6(6)
五指山	197.7(5)	359.4(2)	421.5(1)	299.0	234.4	97.5(6)
保亭	195.4(5)	403.8	567.7(1)	428.9(2)	210.7	45.5(6)
三亚	142.6(5)	261.6	322.9(2)	324.8(1)	188.8	71.4(6)
万宁	152.2(5)	285.1	363.3(2)	406.7(1)	278.2	95.0(6)
陵水	158.0(5)	290.9	348.2(2)	409.4(1)	246.1	45.6(6)

注:(1)(2)(5)(6)表示降水量贡献率排名第1、第2、第5、第6。

表 2 1981—2017 年海南岛汛期旱涝年份各等级降水统计 单位:站

降水等级	降水偏多年			降水偏少年		
	正距平	负距平	通过显著性检验	正距平	负距平	通过显著性检验
小雨	10	8	0	1	17	4
中雨	15	3	2	2	16	7
大雨	11	7	3	2	16	9
暴雨	18	0	7	0	18	9
大暴雨	16	2	9	0	18	8
特大暴雨	16	2	9	1	17	4

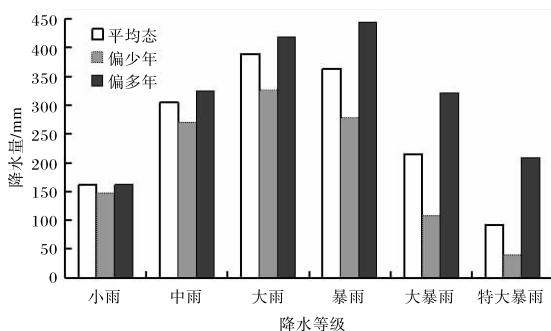


图 6 1981—2017 年海南岛汛期降水偏多、偏少年不同等级平均降水量

影响,特大暴雨只是对涝年影响较大,对旱年影响不大,大雨对旱年影响较大,对涝年影响不大;因此,海南岛汛期旱涝变化主要关注暴雨及其以上等级的降水变化,大雨虽然在总降水量中所占的比例最大,但只是对旱年影响较大,对涝年的影响不显著。

6 结论

选用海南岛 18 个市县气象观测站 1981—2017 年 5—10 月日降水资料,利用线性趋势、相

关系数等方法,研究了海南岛汛期降水的变化特征及其与旱涝之间的关系,得出以下几点结论。

(1)小雨日数的大值区主要分布在中部山区,中雨、大雨日数的大值区主要分布在中部、东南部地区,暴雨、大暴雨的大值区主要分布在中部、东部地区,而特大暴雨以上日数的大值区域主要分布在西部的临高、昌江一带。大雨、暴雨、特大暴雨日数月变化呈现出双峰结构,而小雨、中雨、大暴雨日数均为单峰结构。

(2)除小雨日数呈减少趋势外,其余各等级降水日数均呈现出增多趋势,暴雨和特大暴雨的变化趋势较为明显,且暴雨日数在2005年前后出现增多的突变。

(3)各等级降水日数与总降水量相关性由高到低依次为暴雨、大暴雨、特大暴雨、大雨、中雨、小雨。大部分市县降水贡献率最大的前两个等级是大雨和暴雨,贡献率最小的前两个等级是特大暴雨和小雨。

(4)小雨、中雨对旱涝年降水影响不显著,暴雨、大暴雨无论是涝年还是旱年均均有显著影响,特大暴雨仅对涝年影响较大,大雨对旱年影响较大。

参考文献:

- [1] 苏进飞,高雪娇. 1951—2017年榆林市区夏季降水量年际变化特征分析[J]. 陕西气象,2020(2):30-33.
- [2] 王玉龙,张子涵. 2011—2018年东营短时强降水时空分布特征[J]. 陕西气象,2020(2):24-29.
- [3] 夏阳,龙园,任倩,等. 云贵高原夏季不同等级极端日降水事件的气候特征[J]. 热带气象学报,2018,34(2):239-249.
- [4] 陈东辉,佟晓辉,郭刚,等. 东北地区夏季不同等级降水变化特征及小雨雨量减少成因分析[J]. 气候与环境研究,2020,25(5):531-542.
- [5] FU Jiaolan, QIAN Weihong, LIN Xiang, et al. Trends in graded precipitation in China from 1961 to 2000[J]. Adv Atmos Sci, 2008, 25(2):267-278.
- [6] MANTON M J, DELLA-MARTA P M, HAY-

- LOCK M R, et al. Trend in extreme daily rainfall and temperature in Southeast Asia and the South Pacific: 1961-1998[J]. Int J Climatol, 2001, 21(3): 269-284.
- [7] 孙风华,杨素英,任国玉. 东北地区降水日数、强度和持续时间的年代际变化[J]. 应用气象学报, 2007,18(5):611-618.
- [8] 李永华,徐海明,刘德. 2006年夏季西南地区东部特大干旱及其大气环流异常[J]. 气象学报,2009,67(1):122-132.
- [9] 李红梅,周天军,宇如聪. 近四十年我国东部盛夏日降水特性变化分析[J]. 大气科学,2008,32(2):358-370.
- [10] 李凤,李毅,于强,等. 1961—2019年陕西省极端旱涝事件的时空演变规律[J]. 陕西气象,2020(3):23-29.
- [11] 吴昊旻,廖必军,蔡寿强. 浙江省不同强度降水日数的时空分布特征[J]. 干旱气象,2012,30(3):360-366.
- [12] 蔡敏,张智. 河套地区大雨以上降水日数的气候变化特征分析[J]. 暴雨灾害,2014,3(4):401-406.
- [13] 严小东,孙翔,杨春艳,等. 贵州近50年来夏季不同等级强降水事件特征研究[J]. 中低纬山地气象,2018.(2):1-6.
- [14] 陈飞盛,孙靖雯. 广西汛期不同等级小时强降水时空特征分析[J]. 现代农业科技,2021(2):162-165.
- [15] 蔡亲波. 海南省天气预报技术手册[M]. 北京:气象出版社,2013:5-6.
- [16] 吴岩峻. 不同天气系统对海南岛降水的贡献及其变化的研究[D]. 兰州:兰州大学,2008.
- [17] 吴慧,陈小丽. 海口汛期不同等级降水与旱涝关系的分析[J]. 广东气象,2003(3):13-15.
- [18] 张明洁,张京红,刘少军,等. 海南岛1961—2011年气候变化特征分析[J]. 热带作物学报,2014,35(12):2488-2495.
- [19] 李文韬. 澄迈降雨量和降雨日数变化特征分析[J]. 热带农业科学,2020,40(8):92-97.
- [20] 吴慧,邢旭煌. 海南省汛期旱涝特征[J]. 热带气象学报,2004,20(2):185-191.