

李明华,张子凡,郭琳晶,等.近 43 a 惠州市强降水和洪涝的气候特征分析[J].暴雨灾害,2010,29(4):381-385

近 43 a 惠州市强降水和洪涝的气候特征分析

李明华,张子凡,郭琳晶,杨 柳

(广东省惠州市气象局,惠州 516001)

摘要:利用惠州市 4 个观测站逐日的降水资料,统计分析了 1967—2009 年惠州市强降水和洪涝气候变化特征,并分析了省运会期间强降水出现概率。结果表明:(1)惠州市属于强降水较多区,但时空分布不均匀,强降水 90%以上出现在汛期,北部山区多于中部和沿海地区。(2)惠州市年强降水日的年际变化较大且除北部山区外其余地区都呈增加趋势,全市平均年强降水日近 10 年与前 33 年相比增加了 1.4 d。(3)惠州市洪涝出现频繁,43 年来全市累计出现 156 次,前汛期北部山区为多发区,后汛期沿海地区为多发区。(4)全球变暖背景下惠州市强降水日和洪涝都呈增多趋势,这与全球、全国和广东省的变化趋势一致。(5)省运会期间正值惠州市主汛期,强降水天气出现频繁,每天都有出现的可能。

关键词:强降水;洪涝;气候特征;省运会;惠州市

中图分类号:P468.0*24 文献标识码:A 文章编号:1004-9045(2010)04-0381-05

1 引言

惠州市位于广东省东南部,珠江三角洲东北端,地处东江流域,北部多山地,南临南海大亚湾,是我国强降水和洪涝灾害多发区之一,其中龙门县地处广东省三大暴雨中心之一^[1-2]。强降水有利有弊,既可成为重要的水资源,但它又会造成江河洪水泛滥、山洪暴发、山体滑坡、泥石流和内涝等灾害,给国民经济、人民生命财产造成重大损失;洪涝与强降水密切相关,两者的起止时间和地理分布基本一致,许多气象工作者对当地的暴雨气候特征和洪涝灾害特征进行过统计和研究^[3-11],但对惠州市长时间序列的强降水的规律性研究很少。同时 2010 年广东省第十三届省运会将于 7 月 3—16 日在惠州市举行,省运会期间正值惠州主汛期,强降水和洪涝灾害出现频繁。本文基于 1967—2009 年惠州市 4 个气象观测站逐日降水资料,统计分析近 43 年来惠州市强降水和洪涝的气候特征,并分析了省运会期间强降水的出现概率,以期对惠州市气象防灾减灾、应对气候变化和保障省运会成功举办提供科学依据。

2 资料与方法

所用资料为惠州市龙门、博罗、惠阳(位于市区)和惠东四个气象观测站 1967—2009 年逐日的降雨资料,其中龙门站位于惠州市北部山区,博罗站和惠阳站地处中部平原地区,惠东站最靠近沿海。

文中各时间段定义如下:春季为 3—5 月、夏季为

6—8 月、秋季为 9—11 月,冬季为 12 月至次年 2 月,汛期为 4—9 月,其中 4—6 月为前汛期、7—9 月为后汛期,非汛期为 10 月至次年 3 月。强降水日是指日降雨量 ≥ 50.0 mm 的天数,暴雨日是指日降雨量为 50.0~99.9 mm 的天数,大暴雨日是指日降雨量为 100.0~250.0 mm 的天数,特大暴雨日是指日降雨量为 >250.0 mm 的天数。文中所统计的洪涝标准是指以 4—10 月降雨量距平为准,凡月降雨量距平 $\geq 50\%$,且在过程降水中有日降雨量 ≥ 100 mm 者,需要指出的是,这里提出的标准是气候学上的洪涝概念,对于鉴定大范围的一般洪涝程度是可用的^[2]。

引入气候倾向率^[12]来研究强降水和洪涝的线性变化趋势,显著性检验采用 t 检验。

3 强降水气候特征分析

3.1 强降水空间分布和季节变化特征

表 1 给出了惠州市 43 年来强降水的气候统计特征值。由表 1 可知,全市平均年强降水日为 8.4 d,其中龙门年平均出现 9.8 d,为全市最多,惠东次之,惠阳年平均仅出现 7.1 d,为最少。强降水中暴雨日最多,约占强降水日的 78.6%,各地年平均出现日数都在 5 d 以上,同处中部平原地区的博罗强降水日多于惠阳,主要是其暴雨较多;大暴雨次之,约占强降水日的 20.2%,各地累计出现日数都在 60 d 以上;特大暴雨各地都有出现,其中龙门和惠东最多,博罗和惠阳较少,全市累计出现日数为 17 d。全市 1 d 最大降雨量为 547.3 mm,

收稿日期:2010-04-19;定稿日期:2010-07-24

资助项目:惠州市科学技术局项目(2006G35、2007G32)

作者简介:李明华,男,1980 年生,工程师,主要从事天气预报与气候变化研究。E-mail: hzqxlmh@qq.com

表 1 惠州市 43 年来强降水气候统计特征值

测站	年强降水出现日数/d			倾向率 /(d/10a)	累计出现日数/d			最大降水量/mm	
	平均	最多	最少		暴雨	大暴雨	特大暴雨	1 d	连续 3 d
龙门	9.8	18	2	-0.21	328	88	5	420.5	985.2
博罗	8.0	17	3	0.75*	274	67	3	407.6	559.3
惠阳	7.1	13	2	0.52	238	66	2	405.3	469.8
惠东	8.8	15	3	0.62	299	72	7	547.3	809.5
全市	8.4	14.5	3.8	0.42	1 139	293	17	547.3	985.2

* 指通过 $\alpha=0.05$ 的显著性 t 检验

出现在 1979 年 9 月 24 日(惠东);连续 3 d 最大降雨量为 985.2 mm,出现在 2005 年 6 月 19—21 日(龙门)。

图 1 给出了惠州市 43 年来强降水日的逐旬和逐季变化。由图 1 可知,惠州市强降水日和降雨量的逐旬、逐月和逐季变化趋势基本一致,降雨量较多的旬、月和季也是强降水出现较多时期。惠州市强降水日 3 月上旬开始逐渐增多,6 月上旬最多,9 月中旬开始急剧减少,11 月上旬后基本结束,其中 5 月中旬到 6 月下旬和 8 月中旬为较多时期,全市平均超过 0.5 d,值得提出的是,9 月中旬到 10 月中旬虽然强降水出现日数明显减少,但仍有大暴雨和特大暴雨出现;强降水各月都有出现的可能,但集中出现在 5—8 月,龙门月变化呈以前汛期中的 5—6 月为峰的单峰型分布,其余 3 地则呈以前汛期中的 6 月为主峰和后汛期中的 8 月为次峰的双峰型分布。由季节变化来看,各地强降水都为夏季最多,全市平均出现日数为 4.5 d,约占全年的 53.6%,春季约占全年的 32.8%,冬季仅占全年的

2.6%;春季以龙门强降水日最多(3.9 d),夏季以惠东最多(5.0 d)。由前汛期、后汛期和非汛期来看,汛期全市平均出现日数为 7.6 d,约占全年强降水日的 90.8%,前汛期和后汛期全市平均出现日数分别为 4.4 d 和 3.2 d;前汛期强降水日龙门平均为 6.0 d,比其余 3 地的平均出现日数高 2.1 d;后汛期强降水日惠东最高,平均 4.0 d,龙门最少;非汛期除 3 月和 10 月外各月出现的可能性都非常小。惠州市前汛期和后汛期引发强降水的天气系统也有显著差异,前汛期暴雨绝大多数是冷空气与暖湿空气共同作用的结果,也就是与锋面、切变线、高空槽一类具有斜压性的天气系统有关,当然有时也有热带气旋、热带云团之类的热带天气系统影响;而在后汛期,冷空气势力一般不能到达华南,除极少数过程有冷空气进入外,暴雨主要由热带天气系统引起,这也是地处北部山区的龙门前汛期强降水日明显多于后汛期,而最靠近海洋的惠东前、后汛期强降水日相差不大的原因^[1,14,15]。

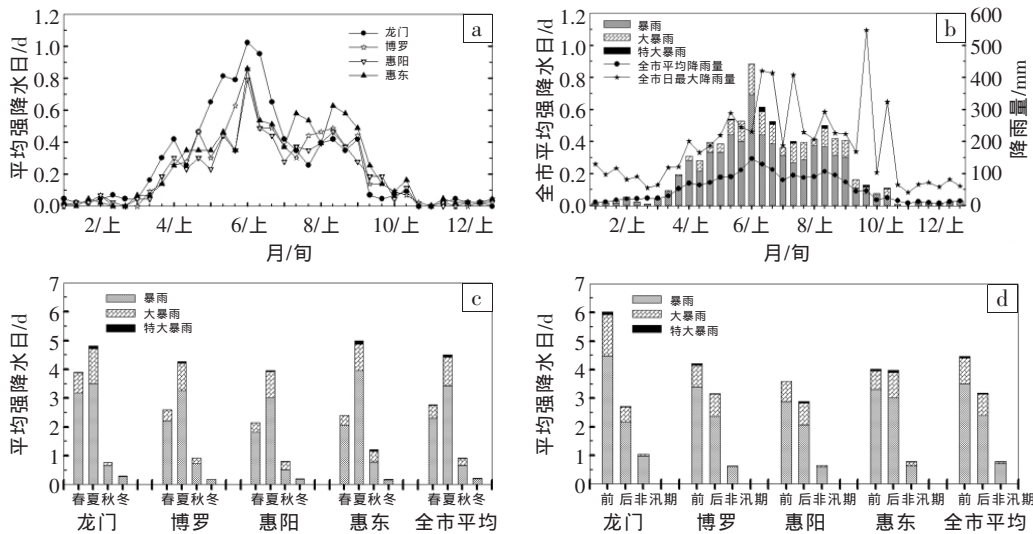


图 1 惠州市 43 年来强降水日的逐旬和逐季变化图
(a: 四地的旬变化; b: 暴雨、大暴雨、特大暴雨、平均降水量、最大日降水量的逐旬变化; c: 四地及全市强降水日的季节变化; d: 四地及全市强降水日的前、后汛期及非汛期比较)

此外,统计还表明,惠州市除 2、11 和 12 月外各月都有大暴雨(含特大暴雨)出现,但除惠东外 95% 以上都出现在汛期,其中 6 月最多;43 年来大暴雨日全市累计 310 d,仅 5 d 未出现在 4—10 月,这说明其余

月份出现洪涝的概率非常低。龙门 5、6 月 43 年来分别有 15、21 年出现大暴雨,累计大暴雨日为 24、33 d,这表明龙门 5、6 月易出现 2 d 以上大暴雨,这极易造成严重的洪涝灾害,如 2005 年 6 月 18—23 日,龙门

连续 6 日出现强降水,日降雨量都在 80 mm 以上,其中 19、20 和 21 日降雨量分别为 151.0、420.5 和 413.7 mm,过程累计降雨量为 1 248.5 mm。

3.2 强降水长期变化特征

图 2 给出了惠州市 43 年来年强降水日的逐年变化图,图中实测曲线可显示年际变化,利用 SPSS 中的 Smoothing 方法^[16-17]处理后的平滑曲线可显示年代际变化,一元线性回归直线可显示线性变化趋势,“平均”

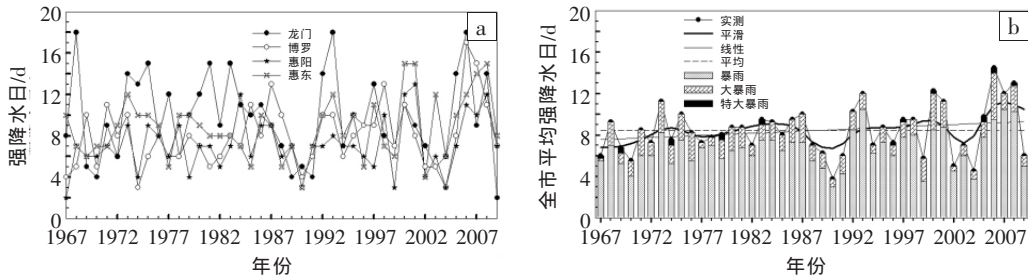


图 2 惠州市 43 年来年强降水日的逐年变化图
(a 为四地逐年变化;b 为全市不同强度降水的年变化)

惠州市年均强降水日年际变化幅度较大,最多为 2006 年的 14.5 d,最少为 1990 年的 3.8 d,最少年仅为最多年的 25.9%,1988—2009 年的年际变化幅度明显大于 1967—1987 年,后 22 年和前 21 年的标准差分别为 3.1 和 1.4;全市各地强降水日年出现 10 d 及以上的概率分别为龙门 46.5%、博罗 30.2%、惠阳 16.3%、惠东 41.8%和惠州 23.3%,年出现 5 d 及以上的概率分别为龙门 90.7%、博罗 90.7%、惠阳 83.7%、惠东 95.3%和惠州 95.3%;平滑曲线一直在平均线上下波动,但 20 世纪 80 年代中期之后的波动性明显大于之前,全市出现了 20 世纪 70 年代末、20 世纪 80 年代末和 21 世纪初这三个明显的强降水日较少期;全市年均强降水日气候倾向率为 0.42 d/10a,近 10 年的平均(9.5 d)与前 33 年的平均(8.1 d)相比增加了 1.4 d,全市除龙门外都略呈上升趋势。

指 43 年来强降水日平均值。由表 1 和图 2 可知,惠州市龙门、博罗和惠东年强降水日的长期变化趋势基本一致,强降水日较多、较少年基本同步,具有相同的波动性;对 4 地年强降水日的逐年变化进行了两两线性相关分析,结果表明同处中部平原地区的博罗和惠阳相关系数最高为 0.559($\alpha=0.01$),博罗和惠阳与惠东相关系数都在 0.338($\alpha=0.05$)以上,龙门与其余三地相关系数都没有通过显著性检验。

惠州市大暴雨(含特大暴雨)全市累计出现日数

最多年为 2006 年(20 d),最少年出现在 1967、1977 和 2002 年(均为 2 d),龙门 81.4%、博罗 86.0%、惠阳 83.7%、惠东 88.4%和全市 100%的年份都出现大暴雨。从长期变化趋势来看,龙门和惠东大暴雨日略呈减少趋势,博罗和惠阳呈弱上升趋势,但四地都未通过显著性检验。

4 洪涝的气候特征分析

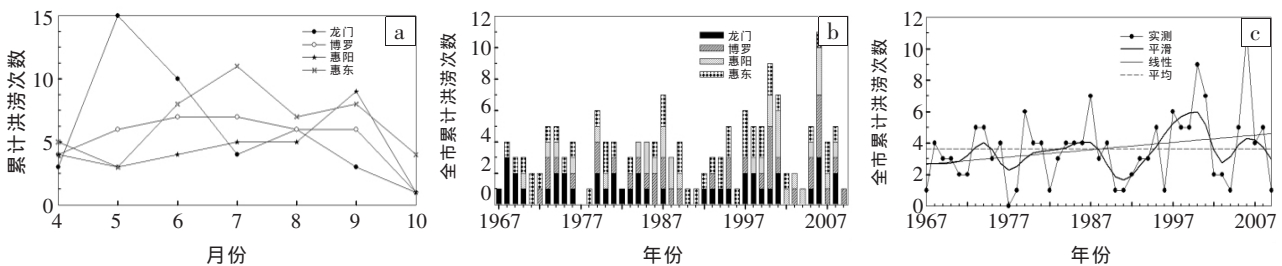


图 3 惠州市 43 年来洪涝逐月和逐年变化图

(a:四地累计洪涝次数逐月变化;b:全市累计洪涝次数年变化;c:全市累计洪涝次数气候特征)

惠州市除 1977 年全市未出现洪涝外,其余年份都至少出现一次,次数最多的为 2006 年,全市累计 11 次;43 年来龙门累计有 28 年、博罗 25 年、惠阳 23 年、惠东 34 年曾出现洪涝,即全市各地每年有 53.5%

统计表明,洪涝 43 年来全市累计出现 156 次,就地区分布而言,惠东累计出现 46 次,龙门 42 次,博罗和惠阳较少(30 次以上);就月分布而言,则 5—9 月出现次数相差不大,在 24~29 次之间,10 月最少(7 次);全市中以龙门的 5 月最易出现洪涝,43 年来累计出现 15 次;前汛期龙门累计出现 28 次为最多,后汛期中惠东累计出现 26 次为最多。

以上的可能性至少出现 1 次洪涝,其中惠东更是高达 79.1%;全市累计洪涝次数呈线性增加趋势,气候趋势系数为 0.46 次/10a($\alpha=0.1$),近 10 年洪涝年平均次数为 4.7 次,与前 33 年平均(3.3 次)相比增加了 1.4

次, 龙门和惠东年洪涝次数均无明显的线性增减趋势, 而博罗和惠阳的气候倾向率分别为 0.25、0.23 次/10a ($\alpha=0.05$), 近 10 年与前 33 年相比平均增加 0.8 次和 0.9 次。

5 省运会期间强降水出现概率

第十三届广东省运会将于 2010 年 7 月 3—16 日在惠州市举行, 图 4 给出了省运会期间惠州市 43 年来全市累计强降水日逐日和逐年变化图。由表 2、图 1 和图 4 可知, 省运会期间正值惠州市主汛期, 7 月上旬和中旬强降水出现日数虽低于龙舟节期间(端午前后)和 8 月, 但出现仍频繁。省运会举办时间共计 14 d, 43 年来此期间龙门有 11 d、博罗有 12 d、惠阳有 11 d

和惠东有 12 d 曾出现过强降水; 43 年来强降水全市累计出现日数为 81 d, 每天都有出现的可能, 其中 12 日出现几率最多(10 d), 11 日和 14 日出现几率最少; 暴雨、大暴雨、特大暴雨 43 年累计出现日数分别为 61 d、18 d 和 2 d。统计分析表明, 省运会期间大暴雨和特大暴雨主要是由于热带气旋等低纬度天气系统造成, 2006 年 7 月 15 日受强热带风暴“碧利斯”的影响, 惠阳和博罗日降雨量分别为 292.0 mm 和 407.6 mm。省运会开幕式和闭幕式都将在惠州市区举行, 分析发现开幕式日(3 日)43 年来惠阳强降水累计出现 1 d, 日最大降雨量出现在 1973 年(83.1 mm); 闭幕式日(16 日)累计出现 2 d, 日最大降雨量出现在 2006 年(161.7 mm)。

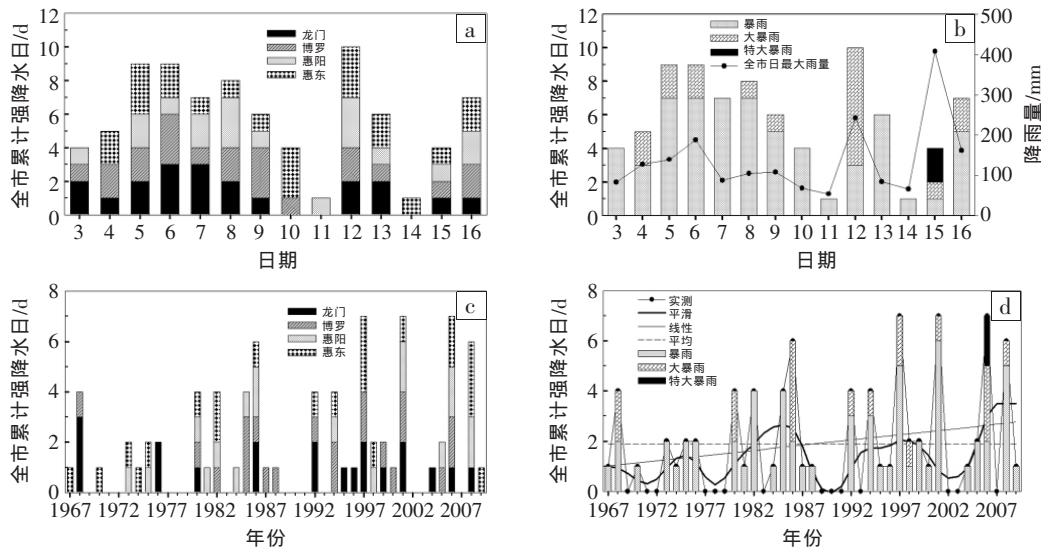


图 4 省运会期间惠州市 43 年来全市累计强降水日逐日和逐年变化图
 (a: 全市累计强降水日逐日变化; b: 暴雨、大暴雨、特大暴雨、全市最大日降水量逐日变化;
 c: 全市累计强降水日年变化; d: 不同强度累计降水日年变化)

省运会期间龙门有 30.2%、博罗有 34.9%、惠阳有 32.6%、惠东有 37.2% 和全市有 67.4% 的年份都曾出现强降水, 但各地年强降水日均未超过 3 d; 大暴雨日除龙门 1968 年有 2 d 外其余出现年份都仅出现 1 d, 全市有 10 年曾出现过大暴雨。全市累计强降水日年际变化较大, 最多年份 7 d, 最少年份没有出现, 且呈波动性变化趋势, 经历了 20 世纪 70 年代末到 80 年代中期、20 世纪 90 年代初期到 21 世纪初和近几年几个相对较多期; 从长期趋势看, 呈线性增加趋势, 气候倾向率为 0.42 d/10a, 近 10 年平均强降水日为 2.5 d, 与前 33 年平均(1.7 d)相比增加了 0.8 d。

6 结论与讨论

通过对惠州市 4 个观测站 43 年来逐日降水资料的分析, 可以得出如下结论:

(1) 惠州市全市平均年强降水日为 8.4 d, 强降水

时空分布不均匀, 北部山区年平均出现最多, 沿海地区次之, 中部平原地区最少; 强降水日 90% 以上出现在汛期, 前汛期主要出现在北部山区, 后汛期主要出现在沿海地区, 其中 6 月上旬为全市强降水最多时期。强降水中主要为暴雨, 北部山区 5 月和 6 月易出现 2 d 以上的大暴雨。

(2) 惠州市四地年强降水日逐年变化趋势基本一致, 全市平均年强降水日波动性变化较大, 最少年份为最多年的 25.9%, 且 20 世纪 80 年代中期之后的波动性明显大于之前; 年强降水日除北部山区外其余地区都呈增加趋势, 全市平均年强降水日近 10 年平均值比前 33 年平均值增加 1.4 d。

(3) 惠州市洪涝出现频繁, 全市各地每年有 53.5% 以上的可能性至少出现 1 次洪涝, 43 年来全市累计出现 156 次, 前汛期北部山区为多发区, 后汛期沿海地区为多发区; 43 年来地处中部地区的博罗和惠阳年洪

涝次数均呈增加趋势,近10年与前33年相比平均增加了0.8次和0.9次。

(4)省运会期间正值惠州主汛期,43年来四地累计强降水日数相差不大,全市累计出现81d,其中暴雨、大暴雨、特大暴雨日数分别为61d、18d和2d;强降水每天都有出现的可能,其中7月12日出现几率最多;此期间强降水日数呈增加趋势,近10年平均值与前33年相比增加了0.8d。

据政府间气候变化专门委员会(IPCC)的第四次评估报告^[18]指出强降水事件的发生频率有所上升,我国的《气候变化国家评估报告》^[19]指出长江中下游流域和东南地区洪涝加重,《广东气候变化评估报告》^[20]指出近50年来广东省降水变率加大,旱涝灾害和极端降水频繁。研究结果表明全球变暖背景下惠州市强降水日除北部山区外都略呈上升趋势,中部地区气候洪涝呈上升趋势,这与上述的研究结果基本一致,应引起重视,今后在水利设施建设、城市规划和排水管道设计等方面都应科学考虑,适当提高强降水和洪涝的防御标准。

参考文献:

- [1] 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,2006,1-28.
- [2] 潘嘉念,涂悦贤,李载忠,等.广东省农业气象灾害及其防灾减灾对策[M].北京:气象出版社,2000,81-192.
- [3] 陈孟琼,刘良玖,黄骏.张家界市近四十多年来强降水统计分析[J].暴雨灾害,2008,27(2):160-165.
- [4] 凌良新,袁振,陈往溪,等.潮州市近51a降水量和暴雨日数的时间变化特征分析[J].暴雨灾害,2009,28(3):283-287.
- [5] 曾琼,谢炯光,谢定生.广州市的大暴雨灾害及天气成因分析[J].灾害学,2003(9):54-60.
- [6] 朱宵峰,钱永甫,宁亮,等.长江下游地区汛期暴雨气候特征分析[J].热带气象学报,2008,24(2):136-146.
- [7] 郭慧,黄涛,邓茂芝,等.甘肃天水地区45a来强降水与洪涝灾害特征分析[J].冰川冻土,2007,29(5):808-812.
- [8] 莫爱颀,马丽证,蔡涛,等.卢氏县暴雨的基本气候特征[J].气象与环境科学,2009,32(增刊):167-169.
- [9] 吴正华,储锁龙.北京暴雨与旱涝关系的分析[J].应用气象学报,1998,9(4):492-495.
- [10] 鲍名,黄荣辉.近40年我国暴雨的年代际变化特征[J].大气科学,2006,30(6):1057-1067.
- [11] 刘和平,代佩玲.郑州市暴雨的气候特征[J].气象与环境科学,2007,30(增刊):45-47.
- [12] 施能,陈家其,屠其璞.中国近100年来4个年代际的气候变化特征[J].气象学报,1995,53(4):431-439.
- [13] 李明华,崔少萍,罗凤明,等.统计分析软件SPSS在气象中的应用[J].广东气象,2007,29(1):50-52.
- [14] 彭丽英,王谦谦,马慧,等.华南前汛期暴雨气候特征的研究[J].南京气象学报,2006,29(2):249-253.
- [15] 黄忠,张东,林良勋.广东后汛期季风槽暴雨天气形势特征分析[J].气象,2005,31(9):19-24.
- [16] 李明华,龚斐,杨柳,等.1961~2004年惠州城市和乡村气温变化的对比[J].气候变化研究进展,2008,4(4):235-239.
- [17] 李明华,崔少萍,吴乃庚,等.半个世纪来惠州气温的变化特征[J].热带气象学报,2008,24(4):435-440.
- [18] 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,2007,3(2):63-73.
- [19] 丁一汇,任国玉,石广玉,等.气候变化国家评估报告():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.
- [20] 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):1-6.

Variable Characteristics of Heavy Precipitation in Huizhou City from 1967 to 2009

LI Ming-hua, ZHANG Zi-fan, GUO Lin-jing, YANG Liu

(Huizhou Meteorological Bureau of Guangdong Province, Huizhou 516001)

Abstract: Using the daily rainfall data from 4 stations in the period from 1967 to 2009 in Huizhou city, the variable characteristics of heavy precipitation and climatic floods were statistically analyzed. The results show that (1) Huizhou city has much heavy precipitation, but the spacial-temporal distribution of heavy precipitation is uneven, and above 90% of heavy precipitation appear in the flood season. There are more heavy precipitation in the northern mountain area than that in the central region and coastal areas. (2) Annual heavy precipitation days except the northern mountain area tend to rise. In the recent 10 years, the city's average heavy precipitation days increases by 1.4 d compared with that in the first 33 years. (3) The climatic floods appear 156 times in the past 43 years, the northern mountain area has more in the early flood season, but the coastal areas has more in the latter flood season. (4) As global warming the heavy precipitation days and climatic floods tend to increase in Huizhou city in the past 43 years, that is consistent with the variety trend of the whole country and Guangdong province. (5) During the 2010 Guangdong Games this is just the main flood season. The heavy precipitation may appear frequently and can happen every day.

Key words: Heavy precipitation; Climatic floods; Variation characteristics; Guangdong Games; Huizhou city