

我国暴雨极端事件的气候变化特征*

刘小宁

(国家气象中心, 北京 100081)

摘要 利用我国东部 25 站 45 a 大一暴雨日数、暴雨日数、1 d 最大降水量资料, 分析了我国暴雨频数及一日最大降水强度时空分布特征。分析表明, 80 年代后全国暴雨极端事件平均趋势为, 除华北外出现频数明显上升, 强度增大。异常年份出现频数变化不明显。大暴雨频数存在 10 a 左右周期。

关键词 暴雨; 极端事件; 气候变化; 中国

气候极端事件变化研究是气候变化研究的重要内容。从国内外气候变化现象与事实研究情况看^[1], 极端事件的研究不断深入。目前对极端气候事件研究中有关暴雨(降强水)变化研究较少。暴雨是造成我国灾害性天气之一。著名的河南“75.8”暴雨, 河北“63.8”暴雨, 江淮的 1991 年暴雨, 均给人民的生命财产造成重大损失。本文选用全国 5 个区 25 站 1951~1995 年大暴雨有关资料, 探讨其变化特征。

1 区域选定及资料处理

从我国一日最大降水量分布看^[2], 100°~105°E 以西地区基本上无暴雨。因此本文选用了我国东部代表华南、江南、长江、华北、东北 5 大区各区均匀分布且资料年代较长的 25 个站资料。每个区用 5 个站资料平均代表该区(表 1)。从表中可看出所选的 25 个站基本上代表了各区的暴雨日特征, 无奇异点。分别统计了各站及各区 ≥ 25.0 mm(大一暴雨)、 ≥ 50.0 mm(暴雨)日数、1 d 最大降水量(即日最大降雨强度)的各种统计特征量, 并用周期图分析法揭示了各站大一暴雨日数的周期。

2 地理分布特征

2.1 日数分布

从大一暴雨平均日数分布分析得到, 其日数从南向北递减。频数的变化程度(即变异系数)从南向北逐渐增加(图 1), 从华南地区的 0.20 增加到东北地区的 0.50 左右。

从暴雨平均日数分布分析可看到, 我国从南向北暴雨日数逐渐减小, 从暴雨日数的变异系数分布看(图 2), 其值也是由南向北增加。两者对比可看出, 暴雨频数变化较大一暴雨频数

收稿日期 1998-07-09

* 国家气象中心‘九五’科研基金支持项目

表 1 我国 5 大区暴雨特征值

区域	站名	雨日 \bar{X}		大一暴雨		暴雨		1 d 最大降水
		\bar{X}	Pr	\bar{X}	Pr	\bar{X}	\bar{X}	
华南	南宁	153.5	15.2	0.099	4.57	0.029	102.16	
	梧州	155.4	16.5	0.106	4.90	0.032	108.82	
	湛江	142.1	18.8	0.132	7.93	0.056	160.62	
	广州	148.9	20.0	0.134	6.43	0.043	123.15	
	汕头	129.0	18.2	0.141	7.57	0.059	144.08	
江南	零陵	163.5	14.4	0.088	3.80	0.023	87.71	
	长沙	152.7	13.9	0.091	3.58	0.023	101.03	
	衢州	159.2	18.2	0.114	4.90	0.031	93.84	
	南昌	144.0	17.2	0.119	5.03	0.035	109.96	
	上海	129.1	11.4	0.088	3.13	0.024	82.23	
长江	南京	117.0	10.4	0.089	3.07	0.026	97.92	
	安庆	129.3	15.4	0.119	5.63	0.041	109.72	
	武汉	125.5	13.0	0.104	4.03	0.032	113.55	
	宜昌	137.4	11.4	0.083	3.13	0.022	101.05	
	杭州	152.7	14.2	0.093	2.93	0.019	89.04	
华北	北京	71.1	6.7	0.094	1.97	0.028	80.43	
	郑州	82.7	7.3	0.088	1.83	0.022	82.53	
	兖州	75.3	8.1	0.108	2.77	0.037	87.85	
	惠民	71.7	6.6	0.092	1.67	0.023	79.34	
	安阳	74.7	6.0	0.080	1.83	0.024	85.17	
东北	四平	97.4	5.7	0.059	1.03	0.011	60.28	
	哈尔滨	106.1	3.9	0.037	0.80	0.008	56.18	
	齐齐哈尔	79.1	3.9	0.049	0.63	0.008	47.72	
	嫩江	102.8	3.8	0.037	0.53	0.005	49.65	
	营口	79.2	7.0	0.088	2.17	0.027	93.75	

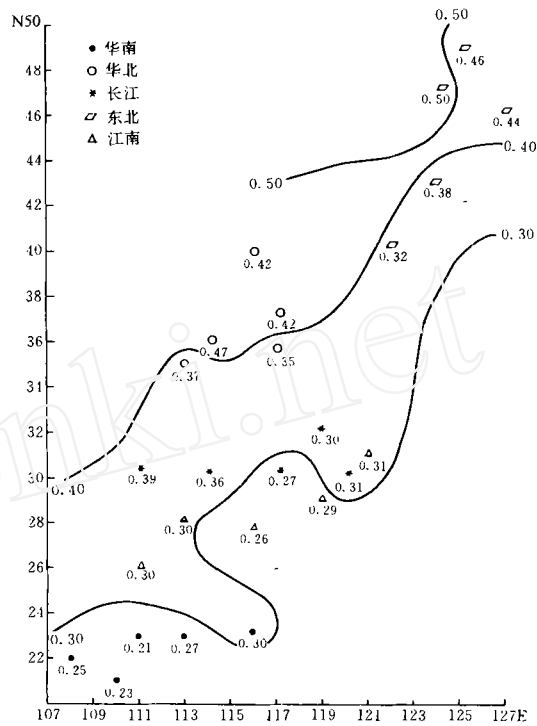


图 1 大一暴雨日数变异系数图

变化大的多。大一暴雨日数变异系数从南到北变化范围为 0.2~0.5，而对暴雨其范围达 0.3~1.5，南北相差 5 倍。而同一站，暴雨也比大一暴雨频数有着更激烈的变化。

2.2 1 d 最大降水强度分布

从 1 d 最大降水量平均值分布图(图略)看，1 d 最大降水量强度从南向北逐渐减少。从 1 d 最大降水变异系数分布图(图 3)看，其值为从东向西逐渐增加。等值线呈经线走向，在同一纬度下的降水强度变化西部比东部大。反映我国大陆性强降水气候特点。

3 年代际变化

3.1 平均趋势

笔者分析了大一暴雨日数、暴雨日数、1 d 最大降水量各分区及全国历年平均距平变化。

(1) 大一暴雨日数 50 年代除华南偏少外，全国大部分地区偏多。60 年代全国均偏少。80 年代后全国偏多明显，一直处于正距平。

为了更清楚分析年代际变化，计算了各区各年代距平的平均值及均方差(表 2)。从表 2 中可看出，华南区自 70 年代后大一暴雨频数基本为偏多，最大正距平出现在 70 年代。80 年代略

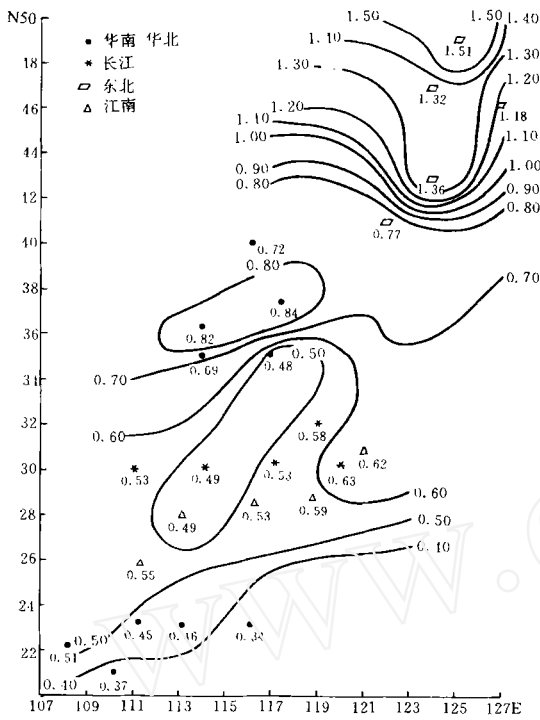


图2 暴雨日数变异系数图

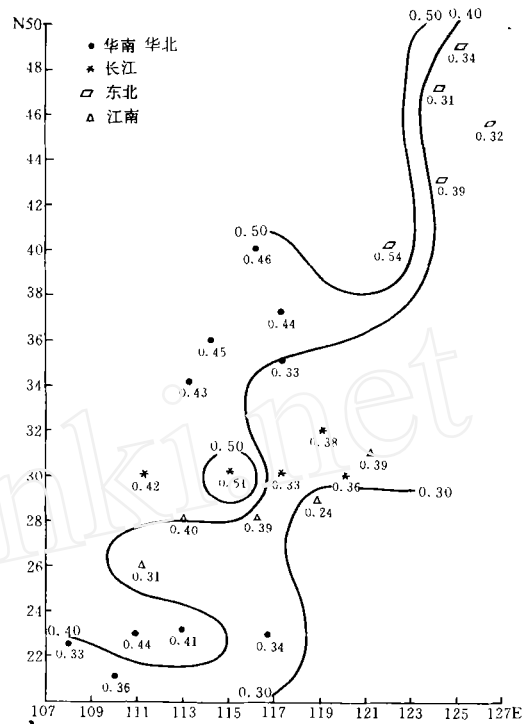


图3 1d最大降水变异系数图

表2 大一暴雨日数各区各年代距平的平均值与均方差

区域		1951~	1961~	1971~	1981~	1991~
		1960	1970	1980	1990	1995
华南	ΔX	-1.527	-1.012	1.028	-0.12	0.888
	S	5.545	4.708	4.520	4.937	5.868
江南	ΔX	0.862	-0.564	0.096	0.569	1.807
	S	3.298	4.787	4.508	4.155	5.145
长江	ΔX	0.648	-1.692	0.068	1.628	0.108
	S	4.429	3.897	4.334	4.756	4.791
华北	ΔX	0.286	0.106	0.406	-0.514	-0.134
	S	2.888	3.240	2.559	2.661	2.680
东北	ΔX	0.402	-0.100	-0.640	0.740	-0.260
	S	2.403	2.027	1.604	2.413	2.128
全国	ΔX	0.134	-0.652	0.192	0.482	0.482

表3 大一暴雨日数各区80年代前后平均距平与均方差

区域	ΔX		趋势	S		趋势
	1951~1980	1981~1995		1951~1980	1981~1995	
华南	-0.50	0.44	上升	4.92	5.40	上升
江南	0.13	1.19	上升	4.20	4.65	上升
长江	-0.33	0.87	上升	4.22	4.77	上升
华北	0.27	-0.32	下降	2.90	2.67	下降
东北	-0.11	0.24	上升	2.01	2.27	上升
全国	-0.108	0.484		3.65	3.952	

偏少, 90年代的正距平为次大值。江南区大一暴雨频数70年代后一直在增加, 到90年代达到最大值。长江区70年代后也一直偏少, 80年代达到最大值。东北区70年代后变化起伏剧烈: 70年代最偏少, 80年代最多, 90年代又趋于减少。华北区70年代达到最大值, 进入80年代后一直偏少, 最少值出现在80年代。

为了揭示80年代前后气候的变化, 计算了各区1951~1980年及1981~1995年两个时段的距平的平均值及均方差(表3)。可以明显看出, 80年代后除华北为负距平外, 其余区均为

正距平。大一暴雨频数呈现明显上升趋势。上升最大区为长江地区。80年代后均方差的变化也表现在除华北外，其余区均为上升趋势。最大变化区也为长江地区。

(2) 暴雨日数 变化趋势与大一暴雨日数基本相同。即华南区自70年代起各年代均为偏多。最大正距平出现在90年代(表略)。江南区70~80年代略偏少，90年代后明显偏多。长江区80~90年代偏多，80年代为次大正距平。华北区60~80年代一直处于减少趋势，80年代降到最少，90年代略上升。东北地区50~60年代偏多，70年代最少，80年代略偏多，90年代又偏少。

从暴雨日数80年代前后平均距平与均方差表(表4)可看出，华南、江南、长江80年代后暴雨日数明显增多，华北略减少，东北变化不大。

表4 1 d最大降水各区各年代距平的平均值与均方差

区域		1951~1960	1961~1970	1971~1980	1981~1990	1991~1995
华南	ΔX	-13.720	5.286	1.028	-6.074	10.458
	S	62.825	51.280	45.537	47.563	40.191
江南	ΔX	-9.885	4.266	1.906	-7.652	14.080
	S	24.340	34.388	37.839	26.890	37.856
长江	ΔX	2.564	4.806	-11.972	7.168	-0.420
	S	48.850	45.382	36.910	43.132	42.538
华北	ΔX	6.028	0.518	-0.976	0.458	-0.236
	S	39.526	38.031	35.185	35.086	42.124
东北	ΔX	2.106	1.316	-6.688	5.366	0.676
	S	26.602	23.460	24.662	29.093	24.672
全国	ΔX	-2.545	3.439	-3.188	-0.546	4.912

(3) 1 d最大降水 华南、江南地区变化趋势基本一致。最大正距平出现在90年代，且偏大明显。长江区、东北区最大正距平出现在80年代，最大负距平出现在70年代。华北区较其他区差别很大，最大正距平出现在50年代，最大负距平出现在70年代，80年代略偏大，90年代又减小。从80年代前后变化(表略)可明显看出，除华北减小外，其余区80年代后明显增大。

综合分析可看出，华南区、江南区进入90年代后，大一暴雨日数、暴雨日数增多明显，暴雨强度也明显增大，达到45 a最大值。

长江区80年代大一暴雨、暴雨日数增多、强度增大，达到最大。进入90年代后，大一暴雨、暴雨日数较80年代减少，但仍处于正距平，暴雨强度减小。

华北区进入80年代后，暴雨频数、降水强度均呈下降趋势。

表5 暴雨日数(a)及1 d最大降水异常(b)年出现频率(%)

区域	项目	年 代					
		50	60	70	80	90	80~90
华南	a	29	0	14	43	14	57
	b	45	27	18	0	9	9
江南	a	11	22	11	22	33	55
	b	10	30	20	10	30	40
长江	a	58	8	8	8	17	25
	b	23	23	31	23	0	23
华北	a	44	22	0	11	22	33
	b	21	21	21	21	14	35
东北	a	33	33	0	33	0	33
	b	23	23	15	31	8	39
全国	a	36	15	8	25	17	42
	b	25	25	21	18	11	29

东北区 80 年代降水强度达到最大值,暴雨频数偏多,90 年代较 80 年代频数减少,强度减弱。

综合分析看,进入 80 年代后,除华北外,其余区均表现为频数增加、强度增大的趋势。

据文献[3]分析,80 年代年降水变化,除西北东部,80 年代明显比 50 年代少。其中东北 70 年代最少、华北 80 年代达最低值。根据 1981~1989 年夏半年降水气候趋向率的统计^[4],华南、长江、华北、东北、全国均为负值。大一暴雨日数、暴雨日数及最大降水强度一般出现在夏季。因此综合降水趋势来看,我国除华北以外,东部大部地区 80 年代表现为降水量减少、暴雨极端事件频数增加、强度增大的气候特征。

据最新资料显示^[5],进入 90 年代全国年降水量呈增加趋势。同时暴雨频数及强度全国也为上升趋势,即日数增多、强度增大。其中尤以华南、江南明显。该两地区暴雨频数、降水强度均明显增加。长江流域暴雨频数增加但降水强度有所减小。

3.2 异常年份出现频率

表 5 列出各年代各区全国暴雨频数及最大降雨强度异常年的出现频率。将某年绝对距平超过 2 倍标准差定义为异常年份,分别统计了各站各年代异常年出现的频数,再综合统计出各区及全国各年代出现频数及频率。从表中可看出,暴雨极端事件异常年出现频率从全国来看,80 年代后,变化不明显。80~90 年代出现频率共计达 42%,但各区差别较大,华南暴雨异常年最为突出,80 年代后出现频率达 57%,其次为江南地区达 55%。华北,东北地区出现频率也在 1/3 以上。长江区异常年出现频率变化不大。

1 d 最大降水强度异常年出现频率全国平均来看,80 年代后增强不明显,但江南区、华北、东北区呈明显增强趋势,尤以东南区为突出,异常年出现频率达 40%,而华南区最大降雨强度异常年频率减小。

综合分析可看出,80 年代后,华南区暴雨频数异常年明显增多,但强度减少,江南区,华北,东北区暴雨频数异常年增多,强度加强,长江区暴雨频数及强度异常年变化不大。全国平均来看,暴雨异常年出现频数及强度异常年变化不明显。

4 周期分析

对大一暴雨日数距平序列作了周期图分析,并进行了显著性检验($\alpha=0.05$)。25 个站中有 13 个站通过了显著性检验有明显周期。计算结果表明,各区各站周期规律不尽相同。华南地区站 11 a 周期,江南区周期集中在 10 a 左右,长江区各站为 9~11 a,华北区为 7~9 a,东北区在 20~22 a。

据我国降水量趋势变化分析,全国来看,降水变化表现出 10 a 左右的波动周期^[6]。大一暴雨频数除华北、东北外也基本呈现 10 a 左右周期,其原因有待于进一步研究。

5 结语

(1) 我国大一暴雨日数、暴雨日数均为从南向北逐渐减少,但其变异系数从南向北递增。暴雨变异系数的南北变化为大一暴雨的 5 倍。

(2) 1 d 最大降雨强度的变异系数为同纬度下西部比东部大, 东北地区暴雨次数少, 但强度变化大。

(3) 80 年代后我国东部除华北地区外, 暴雨极端事件平均趋势为日数增多, 强度增大, 尤其是华南、江南地区。

(4) 80 年代后全国暴雨极端事件异常年份出现频数及强度异常年变化不明显, 但各区差别较大。江南区、华北、东北区暴雨频数异常年增多, 强度加强。

(5) 大一暴雨频数存在 10 a 左右周期。

本工作得到孙安健指导, 谨表谢意。

参 考 文 献

- 1 张家诚. 国外气候变化规律与事实的研究概况. 见: “气候变化规律及数值模拟研究论文”第一集. 北京: 气象出版社, 1996, 221
- 2 张家诚主编. 中国气候总论. 北京: 气象出版社, 1991, 136
- 3 陈盛勋, 等. 近四十年我国气候变化的初步分析. 应用气象学报. 1991(2), 164~173
- 4 林学椿, 于淑秋. 近四十年我国气候趋势的诊断分析. 见: 全国气候变化诊断分析会议文集. 北京: 气象出版社, 1991
- 5 国家气候中心. 年气候监测公报. 1996(2), 51
- 6 王伯民. 我国降水标准序列的趋势变化分析. 见: “气候变化规律及数值模拟研究论文”第一集. 北京: 气象出版社, 1996, 201

CLIMATIC CHARACTERISTICS OF EXTREME RAINSTORM EVENTS IN CHINA

Liu Xiaoning

(National Climate Center, Beijing 100081)

Abstract By the use of the number of days of rainstorms and maximum daily precipitation observed at 25 stations in the past 45 years, the time-spatial distribution of frequency of rainstorm and maximum daily precipitation are analyzed. It shows that the average trend of extreme rainstorm events since the 1980s is that, except north China, the frequency and intensity are obviously increased. The period of rainstorm frequency is about 10 years.

Key words Rainstorm, Extreme climate events, Climatic changes, China