

# 长江流域近 40 年强降水的变化趋势

杨宏青<sup>1,2</sup> 陈正洪<sup>2</sup> 石 燕<sup>3</sup> 任国玉<sup>4</sup>

(1. 南京大学大气科学系, 210093; 2. 湖北省气象科学技术研究所;  
3. 中国气象局武汉暴雨研究所; 4. 国家气候中心)

## 提 要

利用长江流域 109 个气象站 1960~2001 年的逐日降水资料,采用泰森多边形方法计算整个长江流域的面雨量,研究了长江流域面雨量的变化趋势。结果表明:长江流域年面雨量呈增加趋势,但不显著。从长江流域各站暴雨日数和暴雨量趋势变化的空间分布来看,长江流域年、夏季 6~8 月的暴雨日数和暴雨量表现为较大范围的增加趋势,但通过显著性检验的站并不多,显著增加的中心在江西省。

关键词: 暴雨日数 暴雨量 变化趋势

## 引 言

随着全球气候变暖,气候极端事件频繁发生,暴雨是长江中下游地区常见的灾害性天气,国内专家对全国范围降水变化有诸多研究<sup>[1~4]</sup>,研究指出不同地区、不同时段降水变化趋势并不相同。长江流域旱涝灾害频繁,而目前没有专门针对长江流域强降水的气候变化研究。众所周知,强降水与国民经济关系最为紧密,因此加强对长江流域强降水变化特征的研究,对提高强降水的预报水平,积极防御和减轻灾害带来的损失,无疑具有非常重要的作用。

## 1 资料与方法

### 1.1 资料

中国气象局曾发文明确规定了全国七大河流域的边界,按此边界来划分,长江流域内的气象观测站共 602 个,但国家气象中心有降水资料的只有 138 站,再剔除建站时间在 1960 年 1 月 1 日之后和资料不完整的测站,最终选取了 109 个气象站作为本文的研究对象。

资料来源于国家气象中心,所用资料为长江流域 109 个气象站 1960~2001 年的逐日

降水量。

### 1.2 方法

(1)采用泰森多边形方法计算长江流域的面雨量<sup>[5]</sup>,该方法是先求得各测站的面积权重系数,然后用各测站雨量与该测站面积权重系数相乘后累加得到面雨量,即:

$$\bar{P} = f_1 P_1 + f_2 P_2 + \dots + f_n P_n$$

上式中  $f_1, f_2, \dots, f_n$  分别为各测站面积权重系数,  $P_1, P_2, \dots, P_n, \bar{P}$  分别为各测站同期降雨量和流域面雨量。

(2)对每个测站建立逐年暴雨以上(日降水量 50mm)降水总量及日数序列即暴雨量和暴雨日数序列,然后采用一元线性回归来拟合其线性变化趋势,即:

$$y_t = at + b$$

( $t$  为年份序号,  $t = 1, 2, \dots, n$  年)

一次方程的回归系数  $a = \frac{dy_t}{dt}$ ,将  $a$  乘以 10 称为气候倾向率,即每 10 年气象要素的变化值。一次方程的相关系数  $r_{yt} = \frac{t}{y \cdot a}$  称气候趋势系数(以下简称趋势系数),其中  $t, y$  分别为年序数及所研究的气象要素 42 年

序列的均方差。 $r_{yt}$  为正(负)时,表示所研究的气象要素在该时段内呈增加(或减小)趋势。

长江流域 109 个测站中,有 8 个测站无暴雨日,这 8 个测站分布在长江上游四川省西北部(图 1),因此我们计算了 101 个测站年及夏季 6~8 月暴雨日数和暴雨量的倾向率和趋势系数,本文重点分析趋势系数,倾向率和趋势系数非常相似。

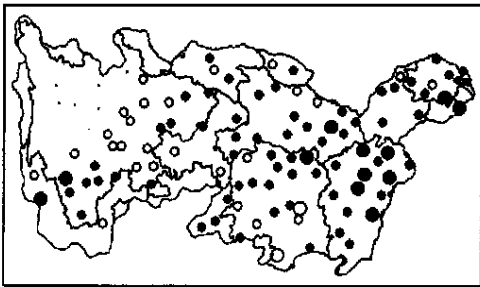


图 1 长江流域 101 站年暴雨日数趋势系数空间分布

注:实心为增加趋势,空心为减少趋势,加大者为通过显著性检验,表示无暴雨日

(3) 为了分析 101 个测站暴雨日数和暴雨量趋势系数空间分布的相似程度,采用如下公式计算相似系数:

$$\cos_{12} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^n x_i^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n y_i^2}} \quad (n = 101 \text{ 站})$$

$\cos_{12}$  表示两幅图空间分布的相似程度,称相似系数。该值为 1.0 时为完全相同,为 -1.0 时为完全相反,为 0.0 时表示完全不相似。其正值越大两幅图越相似,负值越大两幅图越相反。

## 2 长江流域面雨量的变化趋势

表 1 为长江流域年及四季(春季 3~5 月,夏季 6~8 月,秋季 9~11 月,冬季 12~2 月)面雨量的趋势系数,从表中可看出:长江流域年面雨量呈增加趋势,但不具有显著性意义。从四季来看,夏季和冬季面雨量均呈显著增加趋势,春季和秋季面雨量均呈减小趋势,但只有秋季的减小趋势是显著的。具体到每个月(表 2),有 6 个月(1~3,6~8)的

面雨量呈增加趋势,但只有 1 月和 6 月达到了显著性水平,在面雨量呈减少趋势的 6 个月中,仅 9 月的减少趋势是显著的。

表 1 长江流域年及四季面雨量的变化趋势

时段	春	夏	秋	冬	年
趋势系数	-0.14	0.37**	-0.36**	0.28*	0.15

注:\*,\*\*,\*\*\*分别表示通过 0.1、0.05、0.01 的信度检验,下同。

表 2 长江流域各月面雨量的变化趋势

月	1	2	3	4	5	6
趋势系数	0.52***	0.12	0.16	-0.15	-0.21	0.37**
月	7	8	9	10	11	12
趋势系数	0.25	0.14	-0.38**	-0.03	-0.16	-0.07

## 3 长江流域各测站暴雨日数和暴雨量的变化趋势

### 3.1 年暴雨日数和暴雨量的变化趋势

计算结果表明(表 3),年暴雨日数和暴雨量在这 42 年里呈增加趋势的分别有 74 站、71 站,呈减少趋势的分别有 27 站和 30 站,而且年暴雨日数和暴雨量基本上是同步变化的,即年暴雨日数呈增加趋势的站,其年暴雨量也呈增加趋势,年暴雨日数呈减少趋势的站,其年暴雨量也呈减小趋势。绘制长江流域年暴雨日数趋势系数的空间分布图(图 1)和年暴雨量趋势系数的空间分布图(图略),计算这两幅图的相似系数是 0.95,说明这两幅图的空间分布特征非常一致。

表 3 101 站年暴雨日数和暴雨量趋势系数

	趋势系数为正的站数	趋势系数为负的站数
暴雨日数	71(12)	30(2)
暴雨量	74(12)	27(2)

注:括号内数值为通过显著性检验的站。

虽然长江流域大部分测站年暴雨日数呈增加趋势,但只有少数测站通过了显著性检验,即只有少数测站年暴雨日数呈显著增加的趋势,年暴雨日数显著增加的中心在江西省,每 10 年增加了 0.4~0.9 天。

### 3.2 夏季暴雨日数和暴雨量的变化趋势

表 4 给出了长江流域 101 站夏季 6~8 月暴雨日数和暴雨量趋势系数为正(负)的站数,其结果与表 3 相差极小。实际上,绝大多数年暴雨日数(或暴雨量)趋势系数为正的站,其夏季暴雨日数(或暴雨量)趋势系数也

为正,年暴雨日数(或暴雨量)趋势系数为负的站,其夏季暴雨日数(或暴雨量)趋势系数也为负。所不同的是,夏季通过显著性检验的站几乎是年的一倍,说明夏季有更多站暴雨日数呈显著增加的趋势(图 2)。

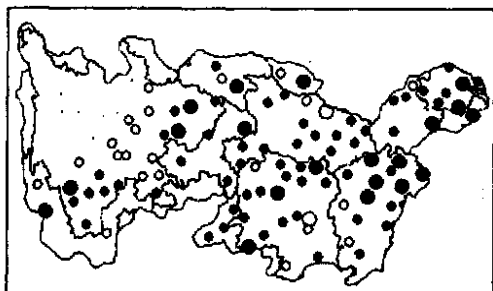


图 2 长江流域 6~8 月暴雨日数趋势系数的空间分布  
说明同图 1

表 4 101 站 6~8 月暴雨日数和暴雨量趋势系数

	趋势系数为正的站	趋势系数为负的站
暴雨日数	75 (20)	26 (2)
暴雨总量	78 (21)	23 (2)

注:括号内数值为通过显著性检验的站

#### 4 结 论

(1) 长江流域年面雨量在 1960~2001 年里呈增加的趋势,但不显著。

(2) 长江流域夏、冬季面雨量呈显著增加的趋势,春、秋季面雨量呈下降趋势,但只有

秋季的下降趋势是显著的。

(3) 长江流域一年 12 个月中有 6 个月(1~3 月,6~8 月)的面雨量呈增加的趋势,但只有 1 月和 6 月呈显著增加的趋势,9 月呈显著减少的趋势。

(4) 年暴雨日数和暴雨量呈较大范围增加的趋势,但通过显著性检验的站不多,年暴雨日数和年暴雨量趋势系数的空间分布特征非常一致。

(5) 夏季 6~8 月暴雨日数和暴雨量的趋势系数的空间分布与年相似,但夏季约有 20% 的测站暴雨日数呈显著增加的趋势,而年只有 10% 的测站暴雨日数呈显著增加的趋势,无论是年还是夏季,暴雨日数显著增加的中心在江西省。

#### 参考文献

- 廉毅,安刚,王琪等.吉林省 40 年来气温和降水的变化.应用气象学报,1997,8(2):197~204.
- 翟盘茂,任福民,张强.中国降水极值变化趋势检测.气象学报,1999,57(2):208~215.
- 任国玉,吴虹,陈正洪.我国降水变化趋势的空间特征.应用气象学报,2000,11(3):322~330.
- 顾骏强,施能,薛根元.近 40 年浙江省降水量、雨量的气候变化.应用气象学报,2002,13(3):322~329.
- 徐晶,林建,姚学祥等.七大江河流域面雨量计算方法及应用.气象,2001,27(11):13~16.

## Change Trends of Heavy Rainfall Events for Last 40 years in the Changjiang Valley

Yang Hongqing<sup>1</sup> Chen Zhengong<sup>2</sup> Shi Yan<sup>3</sup> Ren Guoyu<sup>4</sup>

(1. Atmospheric Science Department, Nanjing University, Nanjing 210093;

2. Hubei Institute of Meteorological Science and Technology;

3. Wuhan Institute of Heavy Rain; 4. National Climate Center)

#### Abstract

Using the daily rainfall data of 109 stations from 1960 to 2001, the area rainfall over the Changjiang valley is calculated with Taison polygon method, and the change trend of area rainfall for this region is analyzed. The result shows that there is a slight increasing trend of the annual area rainfall in the region. The spatial distribution of the trend coefficient of heavy rain frequency and rainfall in the region are also discussed. At most stations, annual and summer (June-to-August) heavy rain frequency and heavy rainfall show to be increasing. However, the increasing tendency is significant at a few stations. The center of the significant increase lies in Jiangxi Province.

**Key Words:** heavy rainfall change trend climate change