

# 我国极端降水事件的变化特征分析

吴琼<sup>1</sup> 赵磊<sup>1</sup> 苏慧<sup>2</sup> 唐洪雪<sup>3</sup>

1 绥中县气象局 2 葫芦岛市气象局 3 梅河口市气象局

DOI:10.12238/eep.v5i4.1606

**[摘要]** 本论文使用1951-2016年中国839个测站的逐日降水资料,采用95百分位的极端降水定义方法,分析了我国极端降水事件发生频率和强度的时空变化特征,并进一步对五个典型地区(东北、新疆、华南、长江流域、黄淮流域)进行了月变化和年变化的探讨。得到的主要结论如下:极端降水事件多发生于35° N以南的长江中下游地区和华南地区,其强度也相对较大;而西北地区极端降水发生的频率和强度均很小。季节上,极端降水主要发生在夏季,频率极大值在东北、新疆和黄淮流域出现在7月,长江流域为6月,而华南则在6月和8月有双极大值的分布特征。极端降水强度在同一地区的季节差异较小,但区域差异较大。此外,极端降水事件发生频率和强度大体呈现增大并增强的趋势。

**[关键词]** 极端降水; 频率; 强度; 时空特征

**中图分类号:** P426.6 **文献标识码:** A

## Analysis on Variation Characteristics of Extreme Precipitation Events in China

Qiong Wu<sup>1</sup> Lei Zhao<sup>1</sup> Hui Su<sup>2</sup> Hongxue Tang<sup>3</sup>

1 Meteorological Bureau of Suizhong County 2 Huludao Meteorological Bureau

3 Meihekou Meteorological Bureau

**[Abstract]** Using the daily precipitation data of 839 stations in China from 1951 to 2016, this paper analyzes the temporal and spatial variation characteristics of the frequency and intensity of extreme precipitation events in China by using the 95 percentile extreme precipitation definition method, and further discusses the monthly and annual changes in five typical regions (Northeast China, Xinjiang, South China, the Yangtze River Basin and the Huang Huai River Basin). The main conclusions are as follows: extreme precipitation events mostly occur in the middle and lower reaches of the Yangtze River and South China to the south of 35° n, and their intensity is relatively large. The frequency and intensity of extreme precipitation in Northwest China are very small. In terms of seasons, extreme precipitation mainly occurs in summer. The maximum frequency occurs in July in Northeast China, Xinjiang and the Huang Huai River Basin, in June in the Yangtze River Basin, while in South China, there is a distribution characteristic of bimaximal value in June and August. The seasonal difference of extreme precipitation intensity in the same region is small, but the regional difference is large. In addition, the frequency and intensity of extreme precipitation events generally show an increasing trend.

**[Key words]** extreme precipitation; frequency; intensity; spatiotemporal characteristics

### 1 选题背景

极端天气气候事件可以给社会经济、自然环境以及人类生活造成严重影响。极端降水事件是极端天气事件之一,特别是持续时间长的极端降水更容易造成大范围的严重洪涝,尤其是在地理环境脆弱的地区,更容易引发重大的天气灾害。

20世纪的全球变暖已经成为了广为认同的事实,全球变暖的背景下,很多地区极端降水事件发生的频率和强度均再增大和增强,并且有总降水量增大的区域,强降水事件极有可能以更大比例增加。最近100年来我国地表平均气温上升了0-5℃左

右,其变化趋势总体上与全球平均气温的变化趋势相一致<sup>[1]</sup>。Trenberth<sup>[2]</sup>指出,地面温度的升高,会使地表蒸发加剧,更易发生洪涝灾害。PCC第四次评估报告指出<sup>[3]</sup>,近千年来是气温增长幅度最大的一段时期,极端降水事件的频率和强度将有可能随着地表气温的升高而增强。

### 2 资料概况

本论文所用资料为66年(1951-2016年)中国839个测站的逐日降水资料。本文选取的极端降水事件定义方法为:对每个台站,把1951-2016年逐日降水的所有样本按升序排列,将第95

个百分位值定义为该测站的极端降水事件的阈值,当某站某日降水量超过这一阈值时,就认为该地发生了极端降水事件。研究极端降水事件除了百分之95阈值我们还用到了极端降水的频率和强度。

### 3 极端降水事件的时空特征

#### 3.1 气候态的空间分布特征

(1) 极端降水的阈值分布。从极端降水的阈值分布(图略)可以看出,阈值的分布整体呈从东南到西北逐渐减小的特征。

(2) 极端降水频率。极端降水频率为每年发生极端降水的天数。年平均的极端降水频率分布(图略)中可以看出,年频率整体分布与阈值的分布有一定差别,基本呈由南到北逐渐减小的趋势。与极端降水的阈值分布相比,二者的差异多发地区主要是 $35^{\circ}$  N以南,东北大部分也是多发中心。结合阈值分布说明这个地区极端雨日较多而极端降水的强度不大。

(3) 极端降水的强度分布。极端降水强度为发生极端降水的时的日降水量平均值,即降水总量与降水日数的比值。极端降水强度的分布大体呈东南向西北逐渐减弱,与极端降水的阈值分布基本一致,年平均频率的分布有一定差别。

#### 3.2 极端降水发生频率和强度的分布特征

(1) 极端降水频率的标准差。根据图(略)可以看出,极端降水频率的标准差分布与极端降水频率分布基本一致,说明年极端降水日越多的站点其标准差越大、变化性越大。

(2) 极端降水频率的线性趋势。由图中可以看出(图略),我国年极端降水频率的线性趋势分布规律性较差。但整体而言,我国大部分地区都呈频率增加的趋势,只有小部分地区呈现减小趋势。说明我国整体的年极端降水天数是在增多的。

(3) 极端降水强度的线性趋势。从极端降水强度的线性趋势分布(图略)可以看出我国大部分地区极端降水强度都处于增加的趋势,只有东北,云南等地区的少数几个站点呈下降趋势。长江中下游以及东南沿海地区极端降水强度的上升趋势最为显著。

### 4 极端降水频率和强度的空间特征

#### 4.1 频率的经纬向分布

从我国极端降水频率的经纬向分布(图4.1左侧)可以看出,极端降水的频率是由南向北先增大后减小在增大的趋势,在 $22^{\circ}$  N和 $24^{\circ}$  N有两个极大值,与图3.2对比分析可知,处于 $22^{\circ}$  N的云南南部和广西中部地区部分站点频率达到8次以上,处于 $24^{\circ}$  N的云南东北部,贵州大部分地区以及湖南江西部分站点的频率也达到8次以上,所以形成了图4.1中这两个极大值。在 $40^{\circ}$  N处有一个极小值出现,结合图3.2可以看出,出现极小值是由于在这一纬度上几乎所有的站点的极端降水频率都小于4次。在 $40^{\circ}$  N以北频率有所上升,由图3.2来看,主要是由于东北部分站点的极端降水频率有所增加。

从我国极端降水频率的经向分布(图4.1右侧)可以看出,从西到东先增加到 $105^{\circ}$  E附近达到极大值,根据图3.2可以发现这个极大值的产生主要是由于在 $105^{\circ}$  E上的站点极端降水频率大

多是6-8次和8次以上的,只有内蒙古地区的几个站点频率小于4次。在 $124^{\circ}$  E附近出现了一个极小值,这个经度上的值体现的是我国东北地区的极端降水频率,我国东北地区与前几个经度相比有所减小,所以在图4.1(右侧)上出现了一个极小值。

综上,我国极端降水频率纬向主要分布在 $16^{\circ}$ - $30^{\circ}$  N之间,而经向主要集中于 $100^{\circ}$ - $130^{\circ}$  E之间, $50^{\circ}$  N附近也是相对多发区。说明中国江淮以南地区以及东北部分地区更易发生极端降水事件。

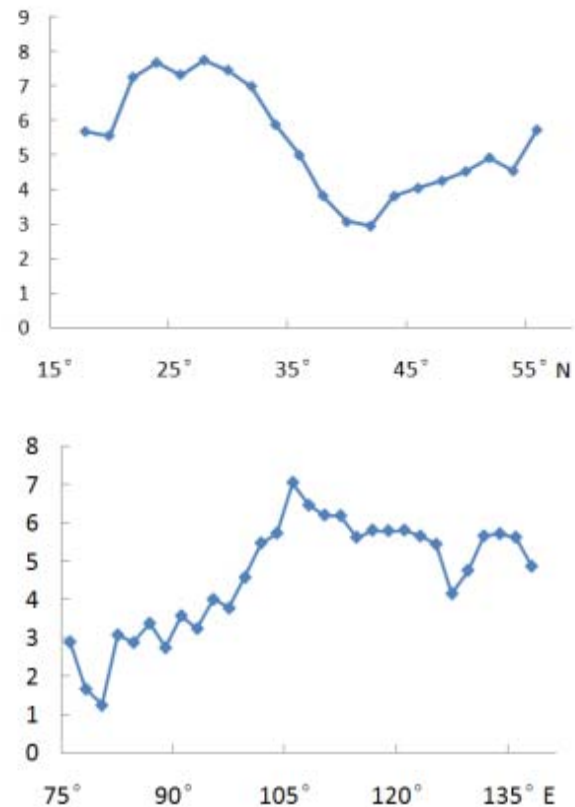


图4.1 极端降水频率(次)的经(右侧)纬(左侧)向分布  
4.2 强度的经纬向分布

从极端降水平均强度纬向分布(图4.2左侧)可以看出,极端降水的平均强度呈现从南到北依次减小的特点,纬度越低的地区极端降水强度越高。由图4.2(左侧)发现, $15^{\circ}$  N到 $25^{\circ}$  N之间极端降水的平均强度均达到暴雨级别,这段纬度主要是我国长江以南地区。从 $35^{\circ}$  N以北曲线较为平缓,对比图3.3来看,在 $35^{\circ}$ - $40^{\circ}$  N纬度范围内我国东西部测站的平均强度有明显差异,从西到东依次增加,新疆、西藏、甘肃以及青海地区平均强度基本都小于 $20\text{mm/d}$ ,在往东过了干湿过渡带之后极端降水的强度又达到了 $40\text{mm/d}$ ,在这条纬度带上,他的平均强度比较小,是由于东西分布差异平滑掉了一些特征,因此使得这个纬度带的情况与东北地区基本类似平均强度都是在 $30\text{mm/d}$ 左右。

从其经向分布(图4.2右侧)可以看出,从 $75^{\circ}$  E到 $100^{\circ}$  E之间,折线较为平缓,平均强度均在 $20\text{mm/d}$ 以下,这个经度是我国新疆西藏地区。由 $100^{\circ}$  E到 $110^{\circ}$  E极端降水的平均强度一直处

于上升趋势,在110° E处出现了一个极大值,由图3.3看出,台湾在110° E左右,而且台湾的站点全部大于60mm/d,这也是出现极值的主要原因,在113° E强度稍有下降然后又开始增大,到120° E时又出现了一个极大值,之后强度开始下降。

可见,我国极端降水强度较大(50mm/d以上)的区域主要位于105 - 122° E之间和35° N以南,即华东、华中和华南地区。中国西部地区和北方地区强度都相对较弱,特别是西北部地区。

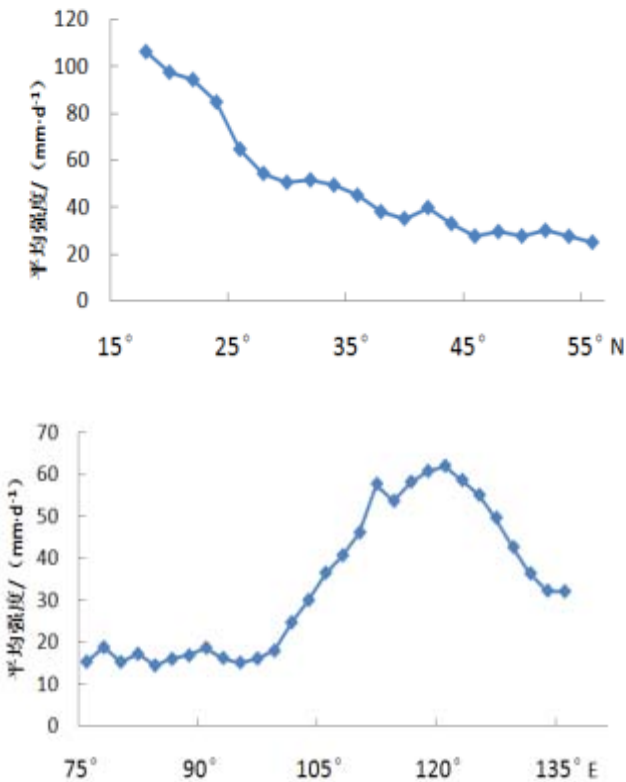


图4.2 极端降水强度(mm/d)的经(右侧)纬(左侧)向分布

### 5 不同地区极端降水的变化特征

根据上述分析的结果,我们选取了东北、新疆、华南、长江流域和黄淮流域这5个区域进行重点分析,进一步讨论了它们的月变化和年变化特点。

#### 5.1 不同区域极端降水频率和强度的月变化

根据所选的五个区域极端降水频率的月变化特征(图5.1)可以看出,这几个区域总体特征均呈岁月份的增加先增大后减小的趋势,都表现为夏季多,冬季小。但它们出现极值的月份存在一定差异。整体来看,只有新疆的极端降水频率比较小,而我国南方极端降水的频率普遍比较大,尤其是长江流域,峰值达到了120次。长江流域在6月份达到最大值,该月份对应长江流域的梅雨季。8月份频率也相对较大,进入长江流域的秋汛期。另一个极端降水频率最大值突出的区域在东北地区,这主要是夏季风带来的锋面雨造成的。黄淮流域极端降水频率最大值也处于7月份左右。新疆地区极端降水频率先是平缓增加,在7月份达到最大值然后在减小。对于我国华南地区,在6月份和8月份各有一

个极大值,分别对应华南前汛期和后汛期,前汛期主要指华南地区区内第一个多雨的时段,主要出现在4到6月。而在7到9月,受台风等热带天气系统影响,华南还会出现后汛期,是第二个多雨的时段。说明在汛期极端降水事件更容易发生。

根据区域强度的月变化(图5.2)可以看出,这五个区域都呈先增加后减小的趋势,但南部普遍偏大。

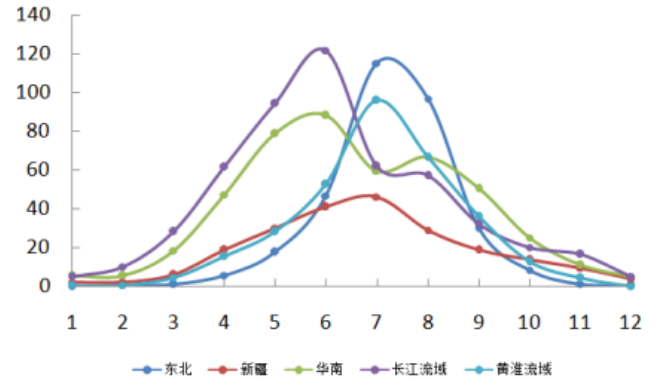


图5.1 不同区域极端降水频率(次)的月变化

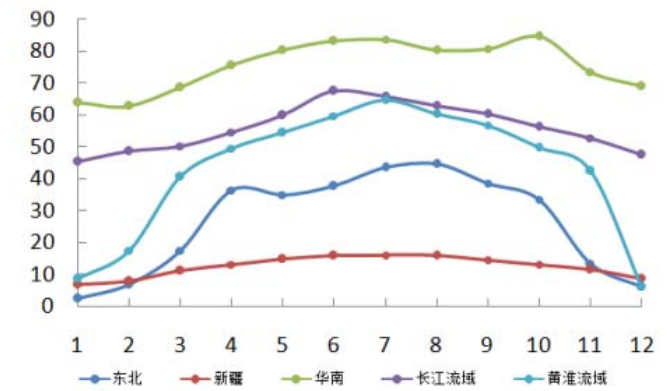


图5.2 不同区域极端降水强度(mm/d)的月变化

#### 5.2 不同区域极端降水频率和强度的年变化

(1) 不同区域极端降水频率的时间序列。由这五个地区极端降水频率的时间序列(图略)可以发现,我国不同地区的极端降水发生频率普遍增加,新疆和长江流域在过去的56年中呈现显著增长趋势,频率增加的最大。而我国东北和黄淮流域仅呈现弱增长趋势,极端降水频率长期变化性较弱。另外,华南地区在2005年有明显下降趋势,而在2006年又大幅度上升达到10次左右。我国长江流域和华南地区的频率一直偏高,新疆最小。

(2) 不同区域极端降水强度的时间序列。由不同地区极端降水强度的时间序列(图略)可以看出,变化趋势普遍偏小,除黄淮流域的其他四个地区的极端降水强度年变化不是很大,但也有呈缓慢的上升的趋势。

### 6 结论

本论文利用1951 - 2016年我国839个测站逐日降水资料,采用百分位的方法定义极端降水事件的阈值,分析了我国极端降水频率和强度的时空分布特征,得出如下结论:

## Ecological Environment and Protection

(1)我国极端降水阈值、频率和强度的分布大致呈现从东南沿海到西北内陆逐渐减小的特点。极端降水频率和强度的标准差与其频率和强度有一定的分布一致性,说明极端降水频率越大、强度越强,其变化性也更大。极端降水事件的频率和强度普遍为正趋势,只有在少数地区为负的趋势。

(2)我国极端降水频率纬向上在16 - 30° N之间相对较多,而经向主要集中于100 - 130° E之间,50° N附近也是相对的多发区。江淮以南以及东北部分地区发生极端降水事件更加频繁,平均每年在8次以上。我国极端降水强度较大(50mm/d)的区域主要位于105 - 122° E之间和35° N以南,即华东、华中和华南地区。西部地区和北方地区强度都相对较小,特别是西北部地区的平均强度都低于20mm/d。

(3)东北、新疆、华南、长江流域以及黄淮流域的极端降水相对频率极大值出现时间有一定不同,在东北、新疆和黄淮流域出现在7月,长江流域为6月,而华南则在6月和8月有双极值的分

布特征。五个地区极端降水的平均强度均在夏季大、冬季小,其中,华南发生极端降水事件的平均强度几乎是新疆的6倍。从极端降水事件的相对频率和平均强度的时间序列上看,大体是一个微弱增加的趋势。

## [参考文献]

[1]王绍武,翟盘茂,龚道溢等.2002年是近百年来中国第二个最暖的年.气候变化通讯,2003,2(3):11-12

[2]Trenberth KE. Atmosphere moisture residence times and cycling:implications for rainfall rates with climate change.Climate Change,1998,39:667-684.

[3]IPCC.Climate change 2007:The physical science basis. Contribution of working group I to the forth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Cambridge, United Kingdom and New York,USA:Cambridge University Press, 2007.

## 中国知网数据库简介:

## CNKI介绍

国家知识基础设施(National Knowledge Infrastructure, NKI)的概念由世界银行《1998年度世界发展报告》提出。1999年3月,以全面打通知识生产、传播、扩散与利用各环节信息通道,打造支持全国各行业知识创新、学习和应用的交流合作平台为总目标,王明亮提出建设中国知识基础设施工程(China National Knowledge Infrastructure, CNKI),并被列为清华大学重点项目。

## CNKI 1.0

CNKI 1.0是在建成《中国知识资源总库》基础工程后,从文献信息服务转向知识服务的一个重要转型。CNKI1.0目标是面向特定行业领域知识需求进行系统化和定制化知识组织,构建基于内容内在关联的“知网节”、并进行基于知识发现的知识元及其关联关系挖掘,代表了中国知网服务知识创新与知识学习、支持科学决策的产业战略发展方向。

## CNKI 2.0

在CNKI1.0基本建成以后,中国知网充分总结近五年行业知识服务的经验教训,以全面应用大数据与人工智能技术打造知识创新服务业为新起点,CNKI工程跨入了2.0时代。CNKI 2.0目标是将CNKI 1.0基于公共知识整合提供的知识服务,深化到与各行业机构知识创新的过程与结果相结合,通过更为精准、系统、完备的显性管理,以及嵌入工作与学习具体过程的隐性知识管理,提供面向问题的知识服务和激发群体智慧的协同研究平台。其重要标志是建成“世界知识大数据(WKBD)”、建成各单位充分利用“世界知识大数据”进行内外脑协同创新、协同学习的知识基础设施(NKI)、启动“百行知识创新服务工程”、全方位服务中国世界一流科技期刊建设及共建“双一流数字图书馆”。