

# ENSO 与长江流域中游地区雨季极端降水的关系

汶林科, 崔鹏, 杨红娟, 邹强, 向灵芝

(中国科学院水利部成都山地灾害与环境研究所, 四川 成都 610041)

**摘 要:** 湖北、湖南和江西沿长江地区的极端降水在长江中游的洪水灾害中发挥着重要的作用。选取可以表征极端降水的 7 种指数进行降水趋势分析, 发现除连续最大降水日数外, 1951—2009 年间的 5—9 月 > 25 mm 和 > 50 mm 降水日数、> 95% 与 > 90% 降水量百分位数值的天数以及 1 d 最大降水量、连续 5 d 最大降水量都没有明显的变化趋势。相关分析显示雨季的各种极端降水指数与前年 9 月至当年 2 月 Nino3 区海温有较好的正相关关系。

**关键词:** 极端降水; Nino3 区海温; 趋势; 长江中游

**中图分类号:** P343, P426.6

**文献标识码:** A

长江流域中游的湖北、湖南、江西是长江流域洪水的主要受灾地区, 其中沙市到九江段的洞庭湖和鄱阳湖地区的洪水危害最为严重。如果这一区域的局地洪水与长江上游及其支流的洪水叠加, 常常会造成大范围的洪水灾害。长江中游地区的洪水灾害主要受当地和长江上游地区的降水, 特别是极端降水的影响。根据 IPCC 报告<sup>[1]</sup>, 气候变暖能加速全球的水汽循环, 并能带来降水的增加, 但降水的增加在各区域呈现出不同的变化。在当前气候变暖的背景之下, 研究长江中游雨季降水, 特别是降水的极端事件及其变化趋势对于长江流域的防灾减灾及其灾害的预测预警无疑具有非常重要的意义。

20 世纪 50 年代以来, 长江中游发生了多次洪水灾害, 其中以 1954 年和 1998 年最为严重, 根据杨义文等<sup>[2]</sup>的研究, 无论从降水总量、最大洪峰流量还是灾情状况方面, 1954 年的洪水都要高于 1998 年。由于中国的气象观测站有很多在 1955 年以后才开始工作, 在做极端降水趋势分析时, 由于 1954 年极端降水的最大值的缺失和 1998 年降水极值的存在, 极端降水的趋势往往会呈现出增加的趋

势<sup>[3-6]</sup>, 这可能会与真实的极端降水状况产生出入。

ENSO 事件对我国东部降水的影响已有很多的研究<sup>[7-8]</sup>, 但是 ENSO 对极端降水方面的研究还非常的少, 本文的研究主要从两方面展开: 1. 选取可以表征极端降水的 7 种指数, 将发生最大极端降水事件的 1954 年纳入分析, 研究 1950 年代以后极端降水各指数的变化趋势。2. 利用 7 种极端降水指数的时间序列, 分析 ENSO 对长江中游地区极端降水的影响。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究区概况

研究区主要位于长江中游地区的湖北、湖南和江西省, 位于 27°~31°N, 109°~119°E, 常规气象观测站包括湖北的巴东、宜昌、钟祥、天门、武汉、嘉鱼、黄石、英山和五峰; 湖南的吉首、沅陵、安化、常德、南县、沅江、岳阳、平江和长沙; 江西的修水、宜春、樟树、南昌、庐山、九江、波阳、贵溪、南城、景德镇以及玉山, 共 29 个点。区内除庐山 (海拔 1 165 m), 巴

收稿日期 (Received date): 2011-02-23; 改回日期 (Accepted): 2011-03-20。

基金项目 (Foundation item): 重点基金项目 (41030742) 和国家自然科学基金项目 (40801009)。[Supported by the project of the Key project of National Natural Science Foundation of China (41030742), and the project of National Natural Science Foundation of China (40801009).]

作者简介 (Biography): 汶林科, (1968-), 男, 博士后, 主要从事灾害与气候变化研究。[Wen Linke (1968-), male, post-doctor degree candidate, major in hazards and global change.] E-mail: wenlinke@imde.ac.cn

\* 通讯作者 (Corresponding author): 崔鹏, 1957 年生, 男, 博士, 研究员, 主要从事泥石流灾害机理及防治研究。[Cui Peng (1957-), male, major in physical geography, mountain hazards, water and soil conservation.] E-mail: pengcui@imde.ac.cn

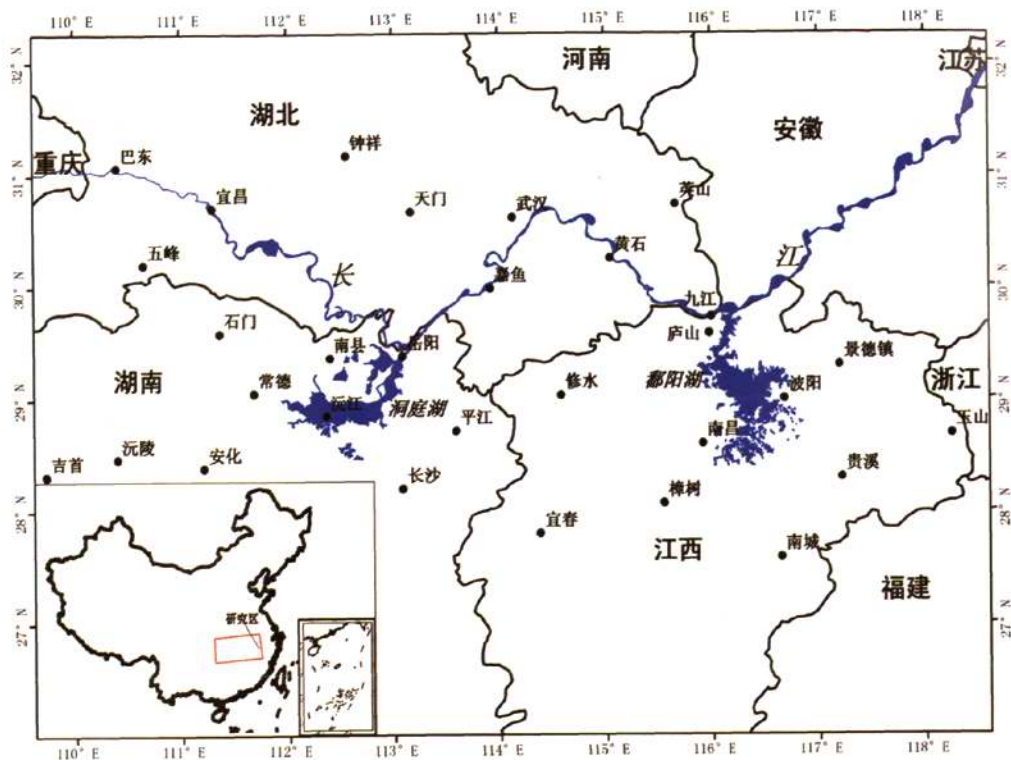


图1 研究区域的地理位置及气象站位置  
Fig. 1 The locations of the stations used in the study

东(海拔 617 m)外,其他的 27 个常规气象站的海拔均在 300 m 以下。

1.2 资料和研究方法

本文所用的降水资料为中国气象局所公布的 1951—2010 年湖南、湖北和江西长江沿岸和洞庭湖、鄱阳湖周边长江洪水危害严重区域的日降水资料(图 1),剔除时间序列较短以及漏测较多的部分站点后,共计有 29 个常规气象台站的日降水资料可以使用,观测资料开始于 1951 年以后,1951 年开始观测的站点较少,到 1959 年所有站点都有观测,观测资料截至到 2010-07,2010 年资料只作为参照,而不纳入趋势分析。

ENSO 指数选用 NOAA Climate Prediction Center (CPC) 的 NINO 3 区的月海温(5°N-5°S,150°W-90°W)资料<sup>[9]</sup>。

本文选取了可以表征极端降水的 7 种指标(表 1),极端降水的统计区间是每年的 5—9 月,指这些标基本可以反映这一地区极端降水的状况。根据 Revadekar<sup>[10]</sup>的研究,在地形起伏和空间跨度不大的情形下可以利用各个气象台站的简单算数平均来反

映某一区域的极端降水状况。因为 1951 年开始观测的站点较少,为了使极端降水的时间序列能包含长江大洪水暴发的 1954 年,本研究中我们也采用了算数平均的方法来延长资料。为了验证算数平均的合理性,我们还在分析极端降水指数与 ENSO 关系时利用 EOF 分析对这一方法进行了验证。本文的前半部分探讨 1950 年以来研究区域内各种极端降水平均值的变化趋势,后半部分利用简单的相关分析揭示 ENSO 对长江中游沿岸极端降水指数的影响。

表 1 表征极端降水的 7 种指数

Table 2 The indices of precipitation extremes used in this study		
指数	单位	定义
R25mm	d	>25 mm 降水的大雨日数
R50mm	d	>50 mm 降水的暴雨日数
R95p	d	降水量大于第 95 个百分位数值的天数
R90p	d	降水量大于第 90 个百分位数值的天数
RX1	mm	1 d 最大降水量
RX5	mm	连续 5 d 最大降水量
CWD	d	连续最大降水日数

## 2 结果分析

### 2.1 各种极端降水指数的变化趋势

针对表1所列的7种可以表征极端降水的参数,我们分别进行了趋势分析。首先分别统计大于某一临界值(25 mm、50 mm)的各站点降水日数,然后逐年对这些降水次数进行算数平均,就可以得到可以表征研究区内大于这些临界值的极端降水的时间序列(图2)。从图2可以看出,>25 mm和>50 mm的降雨日数(R25mm、R50mm)均表现出较为相近的变化,没有明显的增加趋势。从年代际变化来看,1960年代极端降水日数偏少,而1990年代明显偏多,2000年以后极端降水日数有减少的趋势。1954年和1998年2个长江流域洪水年的极端降水日数在图上均有表现,由于25 mm、50 mm量级上,1954年的极端降水日数均较1998年大,可以推论

1954年比1998年的洪水规模可能更大。如果从整个20世纪来考虑极端降水的变化趋势,20世纪的4次特大洪水(1931年、1935年、1954年、1998年)<sup>[10]</sup>主要发生在该世纪的前期和中期,因此不能得出20世纪以来极端降水有增加趋势的结论。

降水量大于第90和第95个百分位数值の日数(R95p、R90p)是指5—9月雨季期间最大的5%和10%的降水,这两个指数和前文的R25mm、R50mm有非常相似的变化(图3),除1954年和1998年两个较大的降水极值外,1969年的强降水日数也较一般年份显著偏多,1950年以来,这两项指标均无明显的变化趋势。

1 d最大降水与连续5 d最大降水量是指1 a中最大1 d的降水量和连续5 d降水量之和最大值,和前面6项指数类似(图4),这两项指数在上世纪60年代和90年代偏高,2000年后又有偏小的趋势,由于1954年和1998年极端降水偏多,总的来看1950

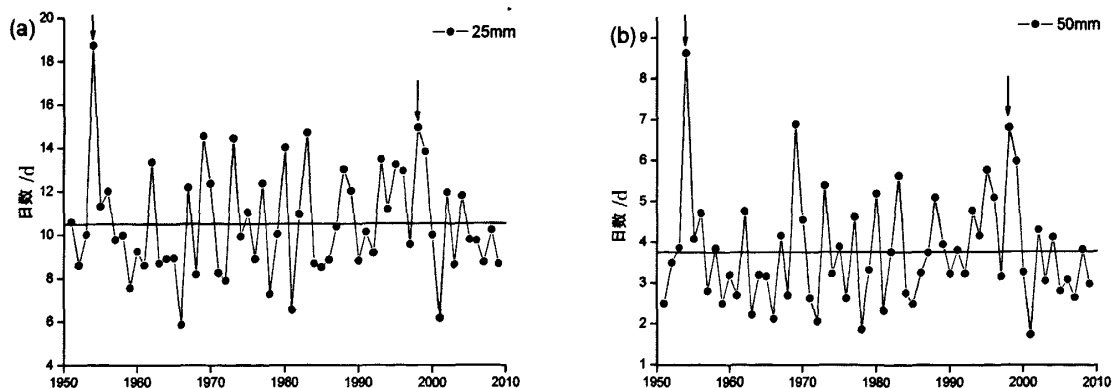


图2 1951—2009年大于25 mm和50 mm的降水日数的变化趋势(a:25 mm; b:50 mm)

Fig.2 Time series of frequency on threshold of 25 mm and 50 mm for the period is 1951—2009 (a:25 mm; b:50 mm)

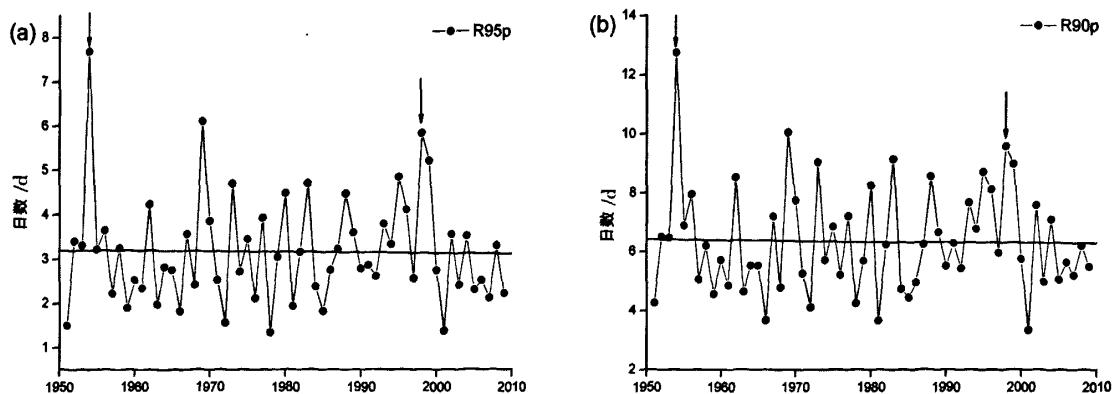


图3 1951—2009年降水量大于第95 (R95p) 和第90 (R90p) 个百分位数值の日数的变化趋势(a:R95p; b:R90p)

Fig.3 Time series of frequency on percentiles for the period is 1951—2009 (a:R95p; b:R90p)

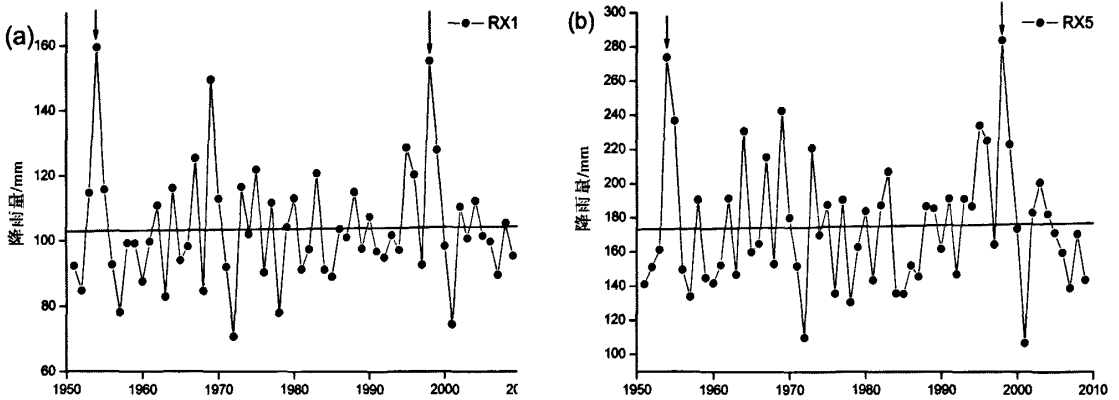


图4 1 d最大降水(RX1)与连续5 d最大降水量(RX5)的变化趋势(a:RX1;b:RX5)

Fig. 4 Time series of one-day(RX1) and five-day(RX5) maximum precipitation for the period is 1951–2009(a:RX1;b:RX5)

年以来降水的极值没有明显的变化趋势。

连续最大降水日数(CWD)是指1 a连续有降水日数的最大值。从图5可以看出,连续降水日数有显著减少的趋势,相关系数 $-0.350$ ,通过了 $0.01$ 的显著性检验;考虑到2010年雨季降水偏多,我们用仅有5、6、7三个月降水来代表该年的降水状况从而将时间序列延长1 a,其相关系数为 $-0.337$ ,略有下降,但也通过了 $0.01$ 的信度检验,这说明研究区的降水的分配在时间尺度上变得较为均匀。连续无降水日数也有类似的下降趋势,但趋势并不显著。

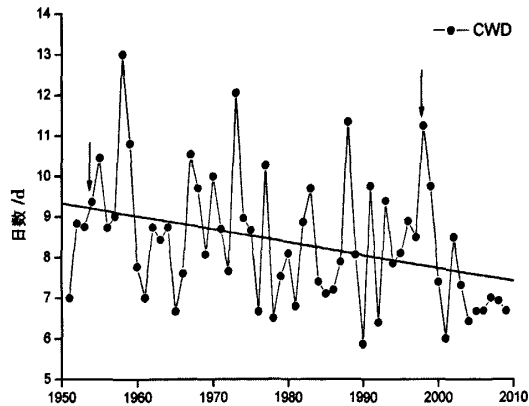


图5 1951—2009年连续最大降水日数(CWD)的变化趋势

Fig. 5 Time series of spell lengths of continuous wet days for the period is 1951–2009

## 2.2 极端降水与 ENSO 的关系

在分析极端降水各指数与 ENSO 的关系时,我们用区域内所有气象站的各种参数的平均值来代表该参数的平均状况,因为研究区内各常规气象站开

始观测的时间是不同的,1951 年只有 5 个站观测点,随后观测站点逐渐增加,1952 年增加到 12 个,截至到 1959 年研究区内所有的 29 个站点全部开始工作。如果我们不考虑 1959 年以前观测点的个数,只对每年所有观测点的极端降水值进行简单的算数平均,就可以将时间序列延长,并将长江流域暴发特大洪水的 1954 年包含在内。但是我们必须对区域平均方法得到的极端降水指数的代表性进行验证。

以 $>25\text{ mm}$ 大雨日数为例,首先我们分别统计研究区内所有站点 $>25\text{ mm}$ 的大雨日数,剔除时间序列较短和中间有漏测的 2 个站点,得到可以分析的站点共 27 个,时间序列从 1951—2009。对其进行 EOF 分析(表 2),第一主分量可以解释 48.7% 的方差,前 4 个主分量可以解释 65% 以上的方差,收敛较快。第一特征向量场在研究区内都为正值,值从 0.405~0.784,共同度较高,说明 $>25\text{ mm}$ 大雨日数在研究区内变化非常的一致。

表 2  $>25\text{ mm}$ 大雨日数(R25mm)的 EOF 分析

Table 2 The EOF analysis on R25mm

特征值序号	特征值	解释方差	累积解释方差/%
第一	11.878 66	42.423 79	42.423 79
第二	3.253 091	11.618 18	54.041 97
第三	1.661 628	5.934 387	59.976 36
第四	1.460 717	5.216 847	65.193 21

由于 EOF1 在研究区内的一致性,因此第一特征向量场的时间系数便可以代表 $>25\text{ mm}$ 降水日数从 1959—2009 年的变化情况,本研究采用了区域内 30 个站点的平均值来代表 1951—2009 年 $>25\text{ mm}$

降水日数的变化,因此我们选取了1959—2009年2个时间序列进行相关分析来验证采用研究区平均方法的合理性。相关分析结果显示,两个序列的相关系数达到0.998(图6),证明在研究区内将29个站点的极端降水指数进行算数平均是合理的。

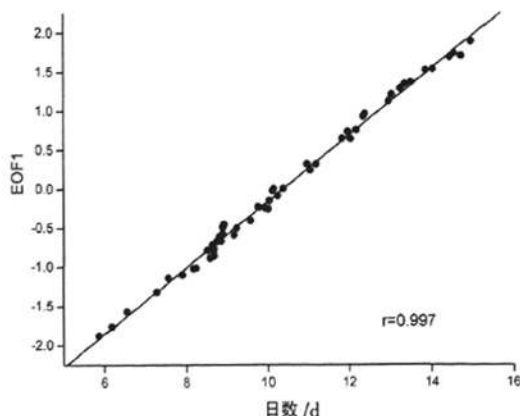


图6 >25 mm的降水日数 EOF 分析的第一时间系数与算术平均的相关分析

Fig.6 The correlations between EOF1 and arithmetic mean on 25 mm precipitation threshold frequency

我们还对1951年开始观测的5个点(九江、武汉、常德、南昌、玉山)的算数平均与1951年以来所有站点的算数平均进行相关分析,其相关系数超过了0.9,这也印证了用算数平均建立的时间序列能反应极端降水指数的实际变化情况。

ENSO对东亚及我国夏季风的影响已有很多的研究<sup>[11-15]</sup>。Ren and Huang<sup>[15]</sup>认为,ENSO事件成熟期,在赤道中太平洋和以东地区对流活动加强,而在热带西太平洋对流活动减弱,副热带高压偏南、偏西,从而使赤道太平洋洋面上的对流活动异常形成了一个偶极子结构,显然,在赤道太平洋上空的热源异常也会形成一个偶极子结构。这种热力异常结构有利于在热带西太平洋和我国南海地区强迫出反气旋环流的异常,从而使得我国南方的西南季风环流加强。基于这种观点,最近长江流域两个暴发洪水的年份1998年和2010年,也都是Nino3区海温的高值年,由此推测ENSO可能会对长江以南的洪水产生影响,数据分析的结果也证实了我们的想法。

表征极端降水的7种指数中,各指数均和前期Nino3区海温距平有非常好的相关关系。每年极端降水指数和前一年5月到当年3月的Nino3区海温

都有比较好的对应关系,其中前一年9月到当年2月的相关最好,各指数均通过了0.05的显著性检验,而在前一年10月到当年2月,除25 mm降水外,其他各指数与Nino3区海温的相关系数均>0.32,通过了0.01的显著性检验,说明前期Nino3区海温对长江中游的极端降水有非常显著的影响。

在各种指数中,1 d和连续5 d最大降水与ENSO的关系最好,前一年9月到当年1月相关系数都在0.4左右;其次是降水量大于第95个百分位数值和降水量>50 mm的降水日数,前一年9月到当年2月,相关系数也都在0.35以上;相关系数最小的是>25 mm降水的大雨日数,是否存在Nino3区海温越高,越容易出现更加极端的降水事件?这还需要进一步的工作去加以证实。当年4月的极端降水事件与Nino3区海温的相关系数迅速减小,表明4月以后的ENSO参与了下一年的极端降水过程。总之,上述的相关分析都说明了这样一个道理,即在El Nino年,研究区的极端降水偏多,可能发生洪涝灾害。

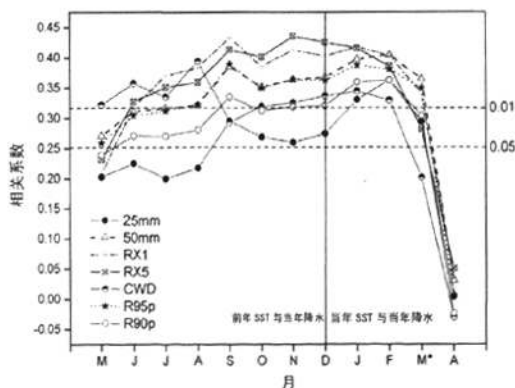


图7 7种极端降水指数与Nino3区各月海温的相关分析(虚线表示0.01和0.05的显著性水平)

Fig.7 Correlations of Nino3 SSTs with frequency of extremes based on percentiles and fixed thresholds based on 1951-2009. The dash horizontal lines are significant correlation coefficients at the 1 and 5% level

根据图7,5—9月的极端降水指数与前年9月到当年2月的Nino3区海温相关关系较好,说明降水极端事件要滞后ENSO事件3个月以上,这和邹力<sup>[16]</sup>的研究比较一致,Revadekar<sup>[10]</sup>在研究印度降水时也发现,Nino3区海温与滞后4~6个月的印度南部极端降水有很好的对应关系,由于预计极端降水的滞后性,我们就可以利用Nino3区海温对其后

长江流域受洪水灾害影响严重的区域的降水情况进行预测,而 Nino3 区冬春季的海温为我们提供了一个较好的预报指标。

### 3 结论

本文选取了 7 种指数来研究长江流域受洪水危害较重的湘鄂赣地区的极端降水的发生趋势,分析发现, > 25 mm 和 50 mm 降水日数、大于 95% 和 90% 降水量百分位数值的天数在 20 世纪 60 年代偏少,1990 年代偏多,进入本世纪以来又有所减少,但总体没有显著的变化趋势。1 d 最大降水和连续 5 d 最大降水量除 1960 年代较大外,和上述极端降水日数的变化趋势比较接近,而最大连续降水日数有减小的趋势。

各项指标均和前年 5 月到当年 3 月的 Nino3 区海温呈显著的正相关关系,其中,除 > 25 mm 降水日数外,前年 9 月到当年 2 月的相关都通过了 0.01 的显著性检验,说明在 El Nino 年发生极端降水事件的可能性更大。

ENSO 对长江流域降水的影响是一个非常复杂的过程,其中的机理还需要进一步的工作去加以研究。

### 参考文献 (References)

- [1] IPCC. Climate change 1995. Adaptations and mitigation of climate change [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1995: 3-23
- [2] Yang Yiwen, Wei Ze'an, Ai Xiu. The contract of Yangtze River flooding between 1998 and 1954 [J]. Meteorological Science and Technology, 1999, 1: 16-19 [杨义文, 魏则安, 艾秀. 1998 年与 1954 年长江洪水的对比和思考 [J]. 气象科技, 1999, 1: 16-19]
- [3] Ren Yuyu, Ren Guoyu. Variation tendency of the extreme precipitation in Jiangxi Province during 1960—2008 [J]. Climatic and Environmental Research, 2010, 15 (4): 462-469 [任玉玉, 任国玉. 1960—2008 年江西省极端降水变化趋势 [J]. 气候与环境研究, 2010, 15 (4): 462-469]
- [4] Hu Haoran, Mao Xiaoliang, Liang Ling. Temporal and spatial variations of extreme precipitation events of flood season over Sichuan Basin in last 50 years [J]. Acta Geographica Sinica, 2009, 64 (3): 278-288 [胡豪然, 毛晓亮, 梁玲. 近 50 年四川盆地汛期极端降水事件的时空演变 [J]. 地理学报, 2009, 64 (3): 278-288]
- [5] Zhang Tianyu, Cheng Bingyan, Liu Xiaoran. Analysis of extreme precipitation events over Chongqing in flood season during the past 46 years. Journal of Tropical Meteorology [J]. 2009, 25 (4): 475-482 [张天宇, 程炳岩, 刘晓冉. 重庆汛期极端降水事件分析 [J]. 热带气象学报, 2009, 25 (4): 475-482]
- [6] Jiang Ton, Su Buda, Gemmer M. Trends in precipitation extremes over the Yangtze River basin [J]. Advances in Water Science, 2008, 19 (5): 650-655 [姜彤, 苏布达, Gemmer M. 长江流域降水极值的变化趋势 [J]. 水科学进展, 2008, 19 (5): 650-655]
- [7] Rasmusson, E M, Wallace J M. Meteorological aspects of El Nino/Southern Oscillation [J]. Science, 1983, 222: 1195-1202
- [8] Yu L, Rienecker M. Evidence of an extra tropical atmospheric influence during the onset of the 1997-98 El Nino [J]. Geophysics Research Letter, 1998, 25: 3537-3540
- [9] <http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/climateindices/list/> [OL/EB]
- [10] Revadekar J. V. and Kulkarni A. The El Nino-Southern Oscillation and winter precipitation extremes over India [J]. International Journal of Climatology, 2008, 28: 1445-1452
- [11] [http://www.dljs.net/showart.asp?art\\_id=2141](http://www.dljs.net/showart.asp?art_id=2141) [OL/EB]
- [12] Huang R. Progress in the research on the formation mechanism and prediction theory of severe climatic disasters in China [J]. China Basic Science, 2001, 8: 4-8 [黄荣辉. 关于我国重大气候灾害的形成机理和预测理论研究进展 [J]. 中国基础科学, 2001, 8: 4-8]
- [13] Huang Ronghui, Cheng Wen. Recent progress in the research on interaction between Asian Monsoon and ENSO cycle [J]. Climatic and Environmental Research, 2002, 7 (2): 146-159 [黄荣辉, 陈文. 关于亚洲季风与 ENSO 循环相互作用研究最近的进展 [J]. 气候与环境研究, 2002, 7 (2): 146-159]
- [14] Huang Ronghui, Xu Yuhong, Wang Penfei, et al. The features of the catastrophic flood over the Changjiang River Basin during the Summer of 1998 and cause exploration [J]. 1998, 3 (4): 300-313 [黄荣辉, 徐予红, 王鹏飞, 等. 1998 年夏长江流域特大洪涝特征及其成因探讨 [J]. 气候与环境研究, 1998, 3 (4): 300-313]
- [15] Ren B, Huang R. Interannual Variability of the Convective Activities Associated with the East Asian Summer Monsoon Obtained from TBB variability [J]. Advances in Atmospheric Sciences, 1999, 16 (1): 77-90
- [16] Zou Li, Ni Yunqi. Impact of ENSO on the variability of the summer monsoon over Asia and the summer rainfall in China [J]. Journal of tropical meteorology, 1997, 13 (4): 306-314 [邹力, 倪允琪. ENSO 对亚洲夏季风异常和我国夏季降水的影响 [J]. 热带气象学报, 1997, 13 (4): 306-314]

## The Relationship between ENSO and the the Precipitation Extremes along the Middle Reaches of Yangtze River during the Monsoon Season

WEN Linke, CUI Peng, YANG Hongjuan, ZOU Qiang, XIANG Lingzhi

(*Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences & Ministry of Water Conservancy, Chengdu 610041, China*)

**Abstract:** As a flood suffered region, the precipitation extremes of Hubei, Hunan and Jiangxi Province along the middle and low reaches of Yangtze River play significant roles in flood formation. Choosing 7 indices to represent the precipitation extremes during May to September of every year and by the trend analysis, we found that such the indices, number of days during may to September with rainfall more than 25,50 mm and 95th and 90th percentiles precipitation, one-day and five-day maximum precipitation, all show no obvious trend since 1951, however, the maximum continuous wet days (CWD) shows a significant decrease trend. Correlation analysis shows there are good relationship between these indices and the Nino 3 sea level temperature (SST) during former May to Much next year, almost all the correlation coefficients pass the 5% significant test. During former September to next February, except the number of days with rainfall more than 25 mm, the relationship between other extremes and the former the Nino 3 SST are much better, and pass 0.01 significant tests. The relationship of one-day maximum precipitation is better than that of five-day maximum precipitation with Nino 3 SST, and the relationship of the number of days with rainfall more than 50 mm and 95th is better than that of 25 mm and 90th percentiles suggest that Very heavy rainfall events posses very strong relationship with Nino 3 SST. Based on these strong relationships, the Nino 3 SST can be used as a "predictor" of monsoon precipitation extremes of the middle reaches of Yangtze River.

**Key words:**precipitation extremes; Nino3 SST; trend; the middle reaches of Yangtze River



作者: [汶林科](#), [崔鹏](#), [杨红娟](#), [邹强](#), [向灵芝](#), [WEN Linke](#), [CUI Peng](#), [YANG Hongjuan](#),  
[ZOU Qiang](#), [XIANG Lingzhi](#)  
作者单位: [中国科学院水利部成都山地灾害与环境研究所, 四川 成都, 610041](#)  
刊名: [山地学报](#) **ISTIC** **PKU**  
英文刊名: [JOURNAL OF MOUNTAIN SCIENCE](#)  
年, 卷(期): 2011, 29 (3)  
被引用次数: 1次

## 参考文献(16条)

1. [IPCC Climate change 1995. Adaptations and mitigation of climate change](#) 1995
2. [杨义文; 魏则安; 艾秀](#) 1998年与1954年长江洪水的对比和思考 1999
3. [任玉玉; 任国玉](#) 1960-2008年江西省极端降水变化趋势[期刊论文]-[气候与环境研究](#) 2010 (04)
4. [胡豪然; 毛晓亮; 梁玲](#) 近50年四川盆地汛期极端降水事件的时空演变[期刊论文]-[地理学报](#) 2009 (03)
5. [张天宇; 程炳岩; 刘晓冉](#) 重庆汛期极端降水事件分析[期刊论文]-[热带气象学报](#) 2009 (04)
6. [姜彤; 苏布达; Gemmer M](#) 长江流域降水极值的变化趋势[期刊论文]-[水科学进展](#) 2008 (05)
7. [Rasmusson E M; Wallace J M](#) Meteorological aspects of El Nino/Southern Oscillation[外文期刊] 1983
8. [Yu L; Rienecker M](#) Evidence of an extra tropical atmospheric influence during the onset of the 1997-98 El Nino 1998
9. [查看详情](#)
10. [Revadekar J. V; Kulkarni A](#) The El Nino-Southern Oscillation and winter precipitation extremes over India[外文期刊] 2008 (11)
11. [查看详情](#)
12. [黄荣辉](#) 关于我国重大气候灾害的形成机理和预测理论研究进展[期刊论文]-[中国基础科学](#) 2001 (8)
13. [黄荣辉; 陈文](#) 关于亚洲季风与ENSO循环相互作用研究最近的进展[期刊论文]-[气候与环境研究](#) 2002 (02)
14. [黄荣辉; 徐予红; 王鹏飞](#) 1998年夏长江流域特大洪涝特征及其成因探讨[期刊论文]-[气候与环境研究](#) 1998 (04)
15. [Ren B; Huang R](#) Interannual Variability of the Convective Activities Associated with the East Asian Summer Monsoon Obtained from TBB variability[期刊论文]-[Advances in Atmospheric Sciences](#) 1999 (01)
16. [邹力; 倪允琪](#) ENSO对亚洲夏季风异常和我国夏季降水的影响[期刊论文]-[热带气象学报](#) 1997 (04)

## 本文读者也读过(10条)

1. [王志福](#), [钱永甫](#) 我国年极端降水的持续性特征[会议论文]-2007
2. [钱永甫](#), [宁亮](#), [梁姗姗](#), [黄樱](#), [王志福](#), [徐忠峰](#) 我国降水变化的若干特征和可能机理研究[会议论文]-2007
3. [曲迎乐](#), [高晓清](#), [陈文](#), [惠小英](#), [周长春](#), [QU Ying-le](#), [GAO Xiao-qing](#), [CHEN Wen](#), [HUI Xiao-ying](#), [ZHOU Chang-chun](#) 近50年来我国东、西部地面气温和降水变化对比的初步分析[期刊论文]-[高原气象](#) 2008, 27 (3)
4. [刘赫男](#) 1961-2009年黑龙江省极端降水事件变化特征分析[会议论文]-2010
5. [任玉玉](#), [Ren Yuyu](#) 江西省近50年极端降水事件变化初探[期刊论文]-[气象与减灾研究](#) 2009, 32 (4)
6. [杨金虎](#), [江志红](#), [杨启国](#), [孙旭英](#), [姚玉璧](#), [YANG Jin-hu](#), [JIANG Zhi-hong](#), [YANG Qi-guo](#), [SUN Xu-ying](#), [YAO Yu-bi](#) 中国西北汛期极端降水事件分析[期刊论文]-[中国沙漠](#) 2007, 27 (2)
7. [闵岫](#), [钱永甫](#), [MIN Shen](#), [QIAN Yong-fu](#) 我国近40年各类降水事件的变化趋势[期刊论文]-[中山大学学报\(自然科学版\)](#) 2008, 47 (3)
8. [王震](#), [王颖](#) 辽宁极端降水事件的时空特征分析[期刊论文]-[安徽农业科学](#) 2010, 38 (26)



9. [邹用昌](#), [杨休群](#), [潘志祥](#), [孙旭光](#), [房佳蓓](#), [廖玉芳](#), [Zou Yongchang](#), [Yang Xiuqun](#), [Pan Zhixiang](#), [Sun Xuguang](#), [Fang Jiabei](#), [Liao Yufang](#) CO2倍增对我国东部极端降水的影响[期刊论文]-[气候变化研究进展](#)2008, 4(2)
10. [卓嘎](#), [谢金南](#), [马镜娴](#), [ZHUO Ga](#), [XIE Jin-nan](#), [MA Jing-xian](#) 登陆台风与我国降水的统计关系[期刊论文]-[高原气象](#)2000, 19(2)

#### 引证文献(1条)

1. [徐静](#), [张鑫](#) 青海省东部地区旱涝事件变化规律分析[期刊论文]-[灌溉排水学报](#) 2013(4)

本文链接: [http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_sdx201103006.aspx](http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_sdx201103006.aspx)