

# 1951—2015年洞庭湖区旱涝演变及典型年份旱涝急转特征分析

胡毅鸿<sup>1,2</sup>, 李景保<sup>1\*</sup>

(1. 湖南师范大学资源与环境科学学院, 长沙 410081; 2. 北京师范大学减灾与应急管理研究院, 北京 100875)

**摘要:** 旱涝灾害是制约洞庭湖区经济发展的重要因素, 为预测湖区旱涝灾害变化趋势, 该文选取 1951—2015 年洞庭湖区及其周边地区 35 个气象站点的逐月降水量数据, 利用标准化降水指数和夏季长周期旱涝急转指数, 辅以小波分析方法, 分析近 65 a 来研究区域的旱涝演变及典型年份旱涝急转特征。结果表明: 该区旱涝事件发生的频率高, 不同时间尺度旱涝事件发生的平均频率为 42.62%。在季节尺度上, 夏季洪涝事件发生的频率最高, 为 33.33%, 冬季干旱事件发生的频率最高, 为 41.54%; 在年代际尺度上, 20 世纪 70 年代干旱事件发生的频率最高, 为 25.83%, 其次是 2001—2015 年, 频率为 22.99%, 90 年代洪涝事件发生的频率最高, 为 30%。该区域旱涝变化有 4 个特征时间尺度, 分别为 4、10、25 和 31 a, 预测湖区在未来几年降水偏多。洞庭湖区 3 个区域的旱涝变化大抵一致, 但在不同时期仍存在一定的差异。湖区近 65 a 来有 15 a 的 LDFAI 绝对值大于 1, 旱涝急转现象较频繁, 不管是旱涝变化还是旱涝急转变化, 东、西洞庭湖区的变化趋于一致, 南洞庭湖区与东洞庭湖区旱涝急转变化差异较大。

**关键词:** 气象; 干旱; 降水; 标准化降水指数; 旱涝急转指数; 洞庭湖区

doi: 10.11975/j.issn.1002-6819.2017.07.014

中图分类号: P426.616

文献标志码: A

文章编号: 1002-6819(2017)-07-0107-09

胡毅鸿, 李景保. 1951—2015 年洞庭湖区旱涝演变及典型年份旱涝急转特征分析[J]. 农业工程学报, 2017, 33(7): 107—115. doi: 10.11975/j.issn.1002-6819.2017.07.014 http://www.tcsae.org

Hu Yihong, Li Jingbao. Analysis on evolution of drought-flood and its abrupt alternation in typical year from 1951 to 2015 in Dongting Lake area[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2017, 33(7): 107—115. (in Chinese with English abstract) doi: 10.11975/j.issn.1002-6819.2017.07.014 http://www.tcsae.org

## 0 引言

IPCC 第五次评估报告指出, 气候系统变暖是毋庸置疑的事实<sup>[1]</sup>。气候变暖不仅直接影响温度极值波动, 而且已经导致高温、干旱和暴雨洪涝等极端气候事件发生频率增高、强度加大, 尤其是在气候变化响应的敏感区和脆弱区<sup>[2-3]</sup>。近几年来许多学者开展了很多具有区域特色的旱涝事件研究, 并取得了一定成果<sup>[4-10]</sup>。

素称“渔米之乡”的洞庭湖区受“马蹄形”盆地格局和不稳定的气候系统(副热带高压的北跳南移, 西风环流的南侵北退, 以及东南季风与西南季风的辐合交汇)的综合作用, 年降水量分配不均, 年际变率大, 温度季节变化显著, 年际波动大, 造成极端气候事件频发, 成为中国旱涝灾害发生频繁且严重的地区之一。

研究表明, 洞庭湖区旱涝致灾因子的危险性大、承灾体易损率高, 因旱涝造成的直接经济损失巨大。在 1951—2000 年间由洪涝导致的多年平均成灾面积为 24.56 万  $\text{hm}^2$ , 其中 1954、1996、1998 年因洪涝造成的直

接经济损失分别为 121 亿元、303 亿元、197 亿元<sup>[11-15]</sup>。特别在干旱减少的年际背景下, 极端干旱有上升趋势<sup>[16]</sup>, 如 2001 年干旱成灾面积 18.3 万  $\text{hm}^2$ , 2006 年达 21.6 万  $\text{hm}^2$ 。可见, 旱涝灾害已成可持续发展的严重制约因素。

长江中下游地区旱涝急转事件频繁, 1960—2011 年共有 5 a 出现了典型的旱涝急转事件<sup>[17]</sup>, 其中以 2011 年旱涝急转事件最为典型。2011 年 6 月之前, 该地区出现近 60 a 来最严重的冬春持续干旱, 6 月 3 日后出现 5 轮强降水过程, 由大旱快速转成大涝。这种极端现象造成多人遇难, 经济损失巨大<sup>[18]</sup>, 严重影响工农业生产和自然生态系统<sup>[19]</sup>。旱涝急转是多种因素互相配合、持续异常的结果<sup>[19]</sup>。因此, 旱涝急转的规律、影响机制及预测一直是短期气候与旱涝关系研究领域中的一个热点和中心课题。

鉴于此, 基于近 65 a 来洞庭湖区及周边地区 35 个气象站点逐月降水数据, 利用标准化降水指数 (standardized precipitation index, SPI) 和夏季长周期旱涝急转指数 (long-cycle drought-flood abrupt alternation index, LDFAI), 从时空尺度上, 系统分析该地区旱涝时空变化特征以及夏季旱涝急转特征。这对于较准确地把握洞庭湖区旱涝出现规律、转换机制以及指导众多水库科学调度, 缓解发电、灌溉与防汛间的矛盾具有重要的学术价值和实际意义。

## 1 资料来源与研究方法

### 1.1 研究区域及数据来源

洞庭湖区 (28°03'—30°20'N, 110°40'—113°30'E) 跨

收稿日期: 2016-08-15 修订日期: 2017-01-25

基金项目: 国家自然科学基金项目 (41571100); 湖南省重点学科地理学建设项目

作者简介: 胡毅鸿, 女, 湖南沅江人, 主要从事气候变化研究。北京 北京师范大学减灾与应急管理研究院, 100875。Email: 18374848655@163.com

\*通信作者: 李景保, 男, 湖南桂阳人, 教授, 主要从事水文水资源和自然灾害教学与研究。长沙 湖南师范大学资源与环境科学学院, 410081。

Email: lijingbao1951@126.com

湘、鄂两省的冲积平原和湖泊水网区,总面积 18 780 km<sup>2</sup>,其中湖南省 15 200 km<sup>2</sup>,管辖岳阳、常德、益阳、长沙、湘潭、株洲 6 个地级市的 36 个县(区、市)和 14 个国营农场;湖北省 3 580 km<sup>2</sup>,管辖荆州市的松滋县、公安县、石首市和江陵县部分。气象站点包括沅江、石门、常德、南县、荆州、岳阳、平江等共 35 个(图 1),1951—2015 年 65 a 各站点逐月降水量数据来自于中国气象数据网(http://data.cma.gov.cn)提供的中国地面气候资料月值数据集。

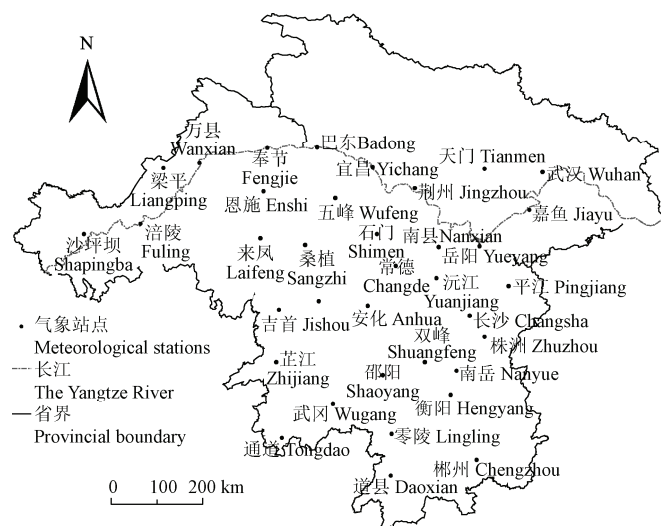


图 1 气象站点分布图

Fig.1 Distribution of meteorological stations

## 1.2 研究方法

### 1.2.1 标准化降水指数(SPI)

降水量分布一般不是正态分布,而是一种偏态分布。所以在进行降水分析和干旱监测、评估中,采用  $\Gamma$  分布概率来描述降水量的变化。标准化降水指数 SPI 是在计算某时段降水量的  $\Gamma$  分布概率后,再进行正态标准化处理,最终用标准化降水累积频率分布来划分干旱等级<sup>[20]</sup>。标准化降水指数具体计算方法参照《气象干旱等级 GB/T20481-2006》国家标准<sup>[21]</sup>,具体计算步骤为:

假设某一时段的降水量为随机变量  $x$ ,则其  $\Gamma$  分布的概率密度函数  $g(x)$ 为

$$g(x) = \frac{1}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} x^{\alpha-1} e^{-x/\beta} \quad (x > 0) \quad (1)$$

式中  $\alpha > 0$ ,  $\beta > 0$ ,  $\alpha$  和  $\beta$  分别为形状参数和尺度参数,  $x$  为降水量,  $\Gamma(\alpha)$  是 Gamma 函数。最佳的  $\alpha$ 、 $\beta$  估计值可采用极大似然估计方法求得。确定概率密度函数中的参数后,对于某一年的降水量  $x_0$ ,对  $g(x)$  从 0 至  $x_0$  进行数值积分可以计算出随机变量  $x$  小于  $x_0$  概率的近似估计值。由于 Gamma 方程不包含  $x=0$  的情况,所以降水量为 0 时的事件概率  $G$  由下式估计:  $G(x=0)=m/n$ , 式中  $m$  为降水量为 0 的样本数,  $n$  为总样本数。

对  $\Gamma$  分布概率进行正态标准化处理,将求得的概率值代入标准化正态分布函数即

$$G(x < x_0) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^x e^{-Z^2/2} dZ \quad (2)$$

近似求解得到  $Z$  值,即为 SPI 值。

SPI 是 McKee 等提出来的,是一种功能强大、应用灵活、计算简单的指数,能很好地反映干旱的强度和持续时间<sup>[22]</sup>,是一种非常有价值的干旱强度评估指数<sup>[23]</sup>,优于  $Z$  指数<sup>[24]</sup>,目前已广泛运用于各国的气象旱涝检测<sup>[25-29]</sup>。本文利用 SPI 分析洞庭湖区的旱涝变化特征,并分别计算 1、3、6、12 个月的 SPI,其中  $SPI_1$  表示 1 个月的 SPI 值,以反映短时间的降水状况,比较接近土壤湿度;  $SPI_3$  表示 3 个月的 SPI 值,以反映短期气象干旱的特征,即降水季节性的变化;  $SPI_6$  表示 6 个月的 SPI 值,反映中长期的降水状况;  $SPI_{12}$  表示 12 个月的 SPI 值,以此指数来反映长时间降水的演变特征<sup>[30-31]</sup>。旱涝类型根据 SPI 值划分为 9 个等级<sup>[20]</sup>(表 1)。

表 1 标准化降水指数的旱涝类型等级划分

Table 1 Classification of grades of drought and flood for standardized precipitation index (SPI)

等级 Grades	SPI	旱涝类型 Types of drought and flood	等级 Grades	SPI	旱涝类型 Types of drought and flood
1	>2.0	极端洪涝	6	>-1.0~-0.5	轻微干旱
2	>1.5~2.0	严重洪涝	7	>-1.5~-1.0	中等干旱
3	>1.0~1.5	中等洪涝	8	>-2.0~-1.5	严重干旱
4	>0.5~1.0	轻微洪涝	9	$\leq -2.0$	极端干旱
5	>-0.5~-0.5	正常			

### 1.2.2 降水量距平百分率

降水量距平百分率 (precipitation abnormality percentage, Pa) 反映了某一时段降水与同期平均状态的偏离程度,其计算公式如下<sup>[21]</sup>

$$Pa = \frac{P - \bar{P}}{\bar{P}} \times 100\% \quad (3)$$

式中  $P$  为某时段降水量, mm,  $\bar{P}$  为多年平均同期降水量, mm。

### 1.2.3 夏季长周期旱涝急转指数

旱涝急转是指在某一段时期内,一段时间出现干旱,另一段时间出现洪涝,旱涝交替出现的情形,用夏季长周期旱涝急转指数 (long-cycle drought-flood abrupt alternation index, LDFAI) 来衡量。

#### 1) 将降水量进行标准化处理

$$R = \frac{P_i - \bar{P}}{\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (P_i - \bar{P})^2}} \quad (4)$$

式中  $R$  为标准化降水量;  $P_i$  为降水量原值, mm,  $i=1,2,\dots,N$ ;  $\bar{P}$  是降水量平均值, mm;  $N$  为样本总数<sup>[32]</sup>。

#### 2) 计算 LDFAI

$$LDFAI = (R_{78} - R_{56}) \times (|R_{56}| + |R_{78}|) \times 1.8^{-|R_{56} + R_{78}|} \quad (5)$$

式中  $R_{78}$  是 7—8 月标准化降水量;  $R_{56}$  是 5—6 月标准化降水量;  $(R_{78} - R_{56})$  为旱涝急转强度项;  $(|R_{56}| + |R_{78}|)$  为旱涝强度项;  $1.8^{-|R_{56} + R_{78}|}$  是权重系数,其作用是增加长周期旱涝急转事件所占权重,降低全旱或全涝事件权重<sup>[33-36]</sup>。

### 1.2.4 LDFAI 强度

LDFAI 能反映该区域是涝转旱还是旱转涝的过程,但是不能充分反映旱涝急转的强度,尤其是在年代际尺度上,这是由于 LDFAI 有正有负,直接对其求平均会造成正负相抵,不能反映出旱涝急转的强度,所以在计算时先对某年代各个站点的 LDFAI 取绝对值,再计算其平均值得到某一年代的 LDFAI 强度,来更好地反映该区域年代际尺度上旱涝急转的强度变化。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同时间尺度下 SPI 的变化特征

洞庭湖区  $SPI_1$  在 0 线上下波动频繁(图 2a),这是由于  $SPI_1$  反映的是短时间降水状况,没有考虑前期降水的影响,降水时间的持续性弱,受短时间降水影响大,所以  $SPI_1$  变化大。1951—2015 年间有 2.19% 的月份属于严重或极端旱涝月份,而这些极端和严重干旱月份 78.57% 是出现在秋冬季节。由此表明,秋冬季节易出现短时期的干旱事件,这是由于洞庭湖区地属亚热带季风气候,秋冬季节降水量较少。

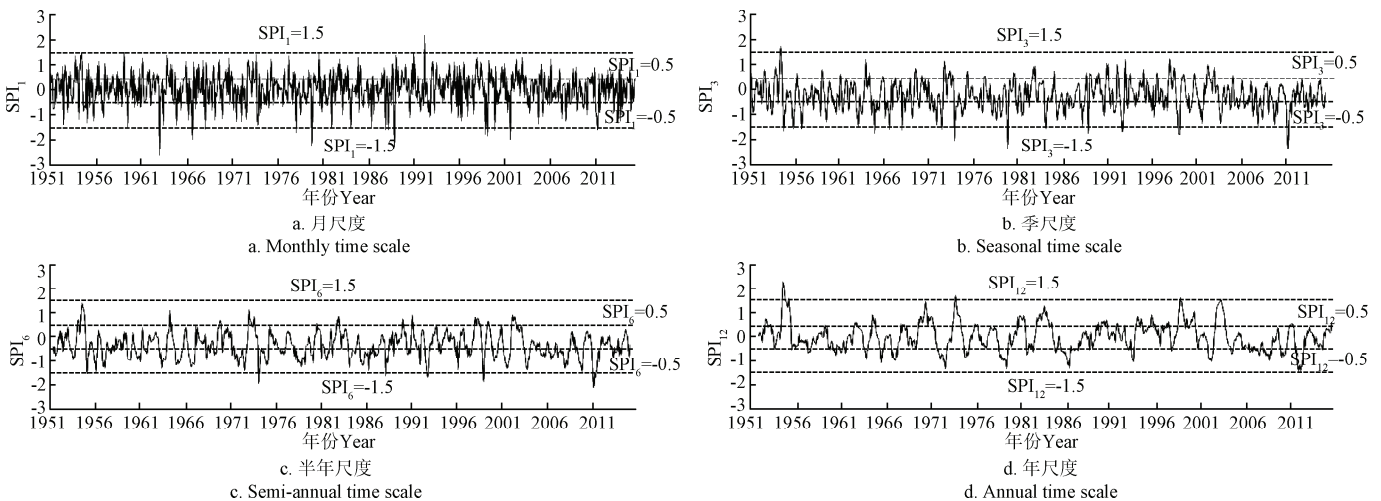
$SPI_3$  呈震荡波动状态,旱涝交替频繁(图 2b)。近 65 a 间,2.60% 属于严重或极端旱涝事件,典型的季节性严重和极端干旱事件的年份为 2011、1979 和 1999 年,典型的严重和极端洪涝事件的年份为 1954、1993、1998 和 2002 年,这与洞庭湖区旱涝发生的实际情况基本一致<sup>[15,18]</sup>。由此认为,根据长时间序列逐月降水量数

据计算得出的  $SPI_3$  能较好地反映洞庭湖区实际的旱涝情况。

据洞庭湖区  $SPI_6$ (图 2c),近 65 a,1.56% 属于严重或极端旱涝事件,相比  $SPI_3$  其频率稍有降低,但旱涝持续时间明显延长。由此表明,随着 SPI 时间尺度的增长,旱涝的等级会发生变化,且旱涝的开始时间与终止时间会相应地延后,这意味着时间尺度越长,越能充分反映前期降水对旱涝的累积影响。

对于  $SPI_{12}$  而言(图 2d),洞庭湖区近 65 a 的旱涝变化过程大致分为 5 个阶段:1951—1955 年相对湿润,干旱事件出现频率低;1956—1970 年旱涝程度均不大,但干旱程度略高于洪涝;1971—1990 年旱涝交替出现,旱涝程度较前一阶段大;1991—2003 年为湿润期,洪涝事件发生频率高;2003 年后又由洪涝向干旱转变,且干旱事件发生频率较高。长时间连续的洪涝或干旱事件是制约洞庭湖区农业发展的重要因素,连续 8 个月及以上洪涝事件大约每个年代分别出现一次(除 90 年代出现 2 次),维持时间最长的是 1969 年 8 月—1971 年 3 月,长达 20 个月。20 世纪 60 和 80 年代各出现 1 次连续 8 个月及以上干旱,70 年代出现 2 次,而近十几年来出现 4 次,这表明干旱事件有明显增加的趋势。

根据不同时间尺度的 SPI,洞庭湖区旱涝事件出现的频率较高,不同时间尺度旱涝事件发生的平均频率为 42.62%,其中极端和严重旱涝事件发生的频率较低,为 1.84%,轻微旱涝事件发生的频率最高,为 31.85%。



注:  $SPI_1$ 、 $SPI_3$ 、 $SPI_6$  和  $SPI_{12}$  分别表示 1 个月、3 个月、6 个月、12 个月的标准化降水指数。

Note:  $SPI_1$ ,  $SPI_3$ ,  $SPI_6$  and  $SPI_{12}$  represent monthly, seasonal, semi-annual and annual time scales of standardized precipitation index, respectively.

图 2 1951—2015 年洞庭湖区不同时间尺度旱涝变化特征

Fig.2 Characteristics of drought-flood changes with different time scales in Dongting Lake area during 1951–2015

### 2.2 旱涝的时间变化特征

#### 2.2.1 不同等级旱涝频次的季节变化

洞庭湖区降水量年内分配很不均匀,降水主要集中在夏季,近 65 a 来夏季平均降水量为 498.69 mm,其次是春季为 456.19 mm,秋季为 247.20 mm,冬季降水最少,为 149.54 mm,这与每个季节的干旱事件和洪涝事件发生的频率大致对应(图 3)。春季,无极端干旱和洪涝事件,正常的频率在四季中最高。夏季,降水普

遍偏多,但在近 10 a 来夏季降水有减少的趋势,极端和严重洪涝事件较多,无极端和严重干旱事件,洪涝事件发生的频率最高,为 33.33%,干旱事件发生的频率最少,为 7.69%。秋季,无极端旱涝事件,有严重旱涝事件,干旱事件发生的频次大于洪涝事件。冬季,降水普遍较少,极端和严重干旱事件发生最多,无极端洪涝事件,干旱事件发生的频率最高,为 41.54%,洪涝事件发生的频率最低,为 7.69%,在四季中也是旱涝事件发

生频率最高的季节。近十几年来,四季干旱事件发生的频率都有所增高。

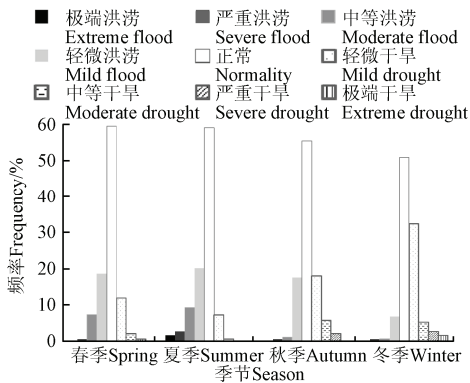


图3 1951—2015年洞庭湖区旱涝季节变化特征

Fig.3 Seasonal variation characteristics of drought and flood in Dongting Lake area during 1951 – 2015

2.2.2 不同等级旱涝频次的年代际变化

该地区不同年代极端旱涝事件发生频率最低(表2),其频率平均值仅为0.47%,正常的频率最高,为55.34%,其次是轻微旱涝事件,为33.41%。其中90年代降水最多,平均降水量为1422.73 mm,该年代发生了2次特大洪水,分别是1996和1998年,洪涝事件发生的频率高达30%,严重干旱事件发生的频率最高,为4.17%,该年代旱涝事件发生的频率最高,为52.50%。其次是60年代,降水也偏多,平均降水量为1366.13 mm,轻微洪涝事件发生的频率最高,为23.33%。2001—2015年,降水最少,平均降水量为1316.33 mm,极端干旱事件发生的频率最高,为1.15%,干旱事件发生的频率为22.99%。其次是70年代,平均降水量为1325.50 mm,干旱事件发生的频率最高,为25.83%。不同年代洪涝事件发生的频率的变化大于干旱事件。

表2 1951—2015年洞庭湖区不同旱涝等级出现频率的年代际变化

Table 2 Interdecadal variation of frequency of drought and flood with different grades in Dongting Lake area during 1951 – 2015

时期 Periods	极端洪涝 Extreme flood	严重洪涝 Severe flood	中等洪涝 Moderate flood	轻微洪涝 Mild flood	正常 Normality	轻微干旱 Mild drought	中等干旱 Moderate drought	严重干旱 Severe drought	极端干旱 Extreme drought
1951-1960	0.83	1.67	5.00	13.33	59.17	15.00	4.17	0.83	0
1961-1970	0	0.83	2.50	23.33	52.50	16.67	2.50	1.67	0
1971-1980	0	0.83	6.67	12.50	54.17	20.00	4.17	0.83	0.83
1981-1990	0	0	5.00	15.83	56.67	17.50	4.17	0.83	0
1991-2000	0	1.67	10.00	18.33	47.50	17.50	0.83	4.17	0
2001-2015	0	0	2.30	12.64	62.07	17.82	3.45	0.57	1.15
1951-2015	0.14	0.83	5.24	16.00	55.34	17.41	3.21	1.48	0.33

2.2.3 旱涝的周期变化

将1951—2015年的SPI进行Morlet小波分析,以揭示洞庭湖区近65 a来旱涝的周期变化规律。图4a的红色(蓝色)渲染表示小波系数实部为正数(负数),表明降水偏多(偏少),颜色越深,表示旱涝程度越大。图4b的小波系数模部平方相当于小波能量谱,数值越大(红色越深)表示波动能量越强、周期越显著。图4c的小波方差能反映SPI的波动能量随时间尺度的分布情况,可

确定旱涝变化过程中存在的主周期。在图4b中有4个能量最聚集的中心,它们代表波动能量变化的特性,这4个中心分别是:①尺度范围在23~31 a,波动能量在90年代后期以来表现最为强烈。②中心尺度为31 a,其波动能量较强且贯穿整个时期。③中心尺度为10 a,波动能量主要影响的时域是70和80年代。④中心尺度为4 a,波动能量主要影响的时域是60年代后期—80年代前期以及2001年后。

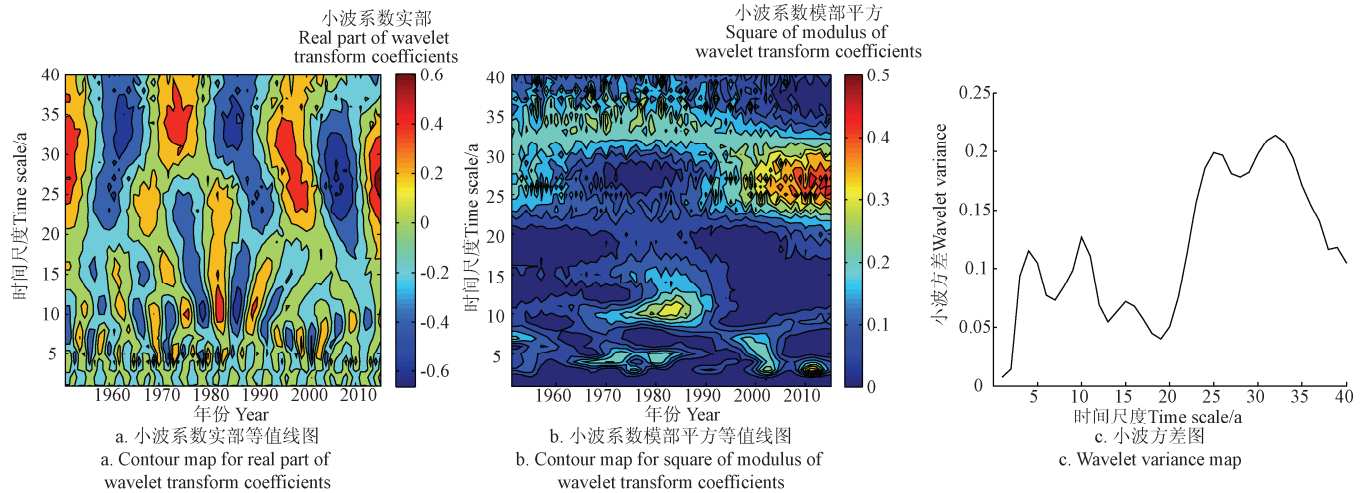


图4 1951—2015年洞庭湖区旱涝变化小波分析

Fig.4 Morlet wavelet analysis of drought-flood change in Dongting Lake area during 1951 – 2015



这表明旱涝周期变化的局部化特征明显,即在不同时域,变化周期不完全相同。在图 4c 中有 4 个比较明显的峰值,分别为 4、10、25 和 31 a,说明这 4 个尺度的准周期在洞庭湖区近 65 a 来的旱涝变化中起主要作用,其中最大峰值对应着 31 a 特征时间尺度,表明其周期震荡性最强、周期最显著,为该地区旱涝变化的第一主周期,25、10 和 4 a 分别为旱涝变化的第二、三和四主周期,这一结果与上述图 4b 的分析结果大抵一致。具体表现在:31 a 特征时间尺度大概经历了 3 个旱涝交替期,旱涝变化的平均周期为 22 a 左右,旱涝中心为 1963、1974、1985、1998、2007、2015 年;在 25 a 特征时间尺度上,大概有 4 个周期的旱涝交替期,平均变化周期为 16 a 左右;在 10 a 特征时间尺度上,大约有 9 个周期的旱涝交替期,平均变化周期为 7 a 左右;在 4 a 特征时间尺度上,大概有 23 个周期的旱涝交替期,平均变化周期为 3 a 左右。无论是哪个时间尺度,2015 年后小波系数实部均呈现正值的趋势,这意味着在未来一段时间内洞庭湖区降水偏多。

2.3 旱涝的空间分异特征

为便于分析旱涝空间变化特征,按习惯将洞庭湖区划分为东洞庭湖区、南洞庭湖区和西洞庭湖区。其中东、西和南洞庭湖区多年平均降水量分别为 1 364.95、1 373.18、1 531.33 mm,南洞庭湖区降水最丰富。为揭示三大湖区旱涝的分异特征,对各湖区的  $SPI_{12}$  做散点图进行分析(图 5)。东洞庭湖区与南、西洞庭湖区的相关系数都较高,说明东洞庭湖区与其他两大湖区的旱涝变化有较强的相关性,但在 20 世纪 80 年代以来西洞庭湖区的干旱程度明显大于东洞庭湖区,这是因为 80 年代以来西洞庭湖区的降水量比东洞庭湖区偏少,西洞庭湖区 1980—2015 年的年均降水量为 1 375.64 mm,而东洞庭湖区的降水量为 1 395.57 mm。南洞庭湖区与东洞庭湖区的旱涝变化在 20 世纪 90 年代以前趋于一致,但在 90 年代后旱涝事件的差异变大。南洞庭湖区与西洞庭湖区的相关系数相对较小,旱涝变化的差异较大,甚至存在反相变化,在 90 年代出现过几次明显的反相变化。对相关系数进行显著性检验,均通过 0.01 的信度检验。就整个湖区而言,旱涝的空间变化具有较强的一致性。

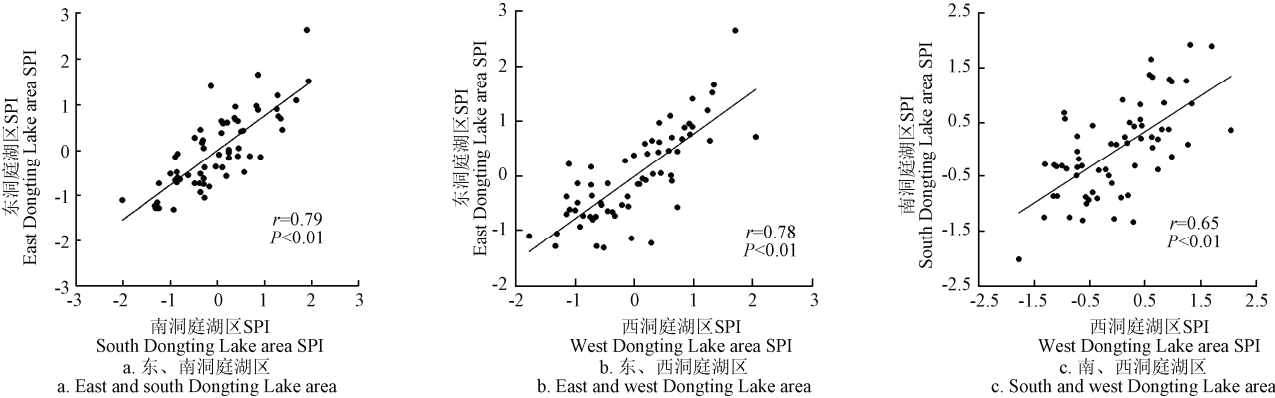


图 5 洞庭湖区不同区域 SPI 相关分析

Fig.5 Correlation of SPI in different areas of Dongting Lake area

2.4 夏季长周期旱涝急转特征

2.4.1 典型年份夏季旱涝与旱涝急转

为揭示夏季旱涝与旱涝急转特征,选取洞庭湖区近 65 a 来逐年 5—8 月的降水量,分别计算出 5—8、5—6 月以及 7—8 月的降水量距平百分率,作为反映该地区夏季降水变化的情况,同时选出 5—8 月 Pa 绝对值在 15% 以上的年份,以及 5—6 月和 7—8 月的 Pa 之差的绝对值在 30% 以上的年份,从中找出典型的洪涝、干旱、旱转涝以及涝转旱事件各 3 a,分别得到这些典型年份的 Pa 以及 LDFAI(表 3)。

通过分析可得出以下认识:

1) 洪涝严重的年份,5—8 月的 Pa 大于 30%,降水量比长时间序列的平均降水量明显偏多,整个夏季的降水都偏多。洪涝最严重的年份是 1954 年,5—8 月的降水量偏多 67.28%。该年洪涝事件属于梅雨型涝灾,由于受到强大且稳定的蒙古高压和西太平洋副热带高压的控制,冷暖气流长期在长江流域交锋徘徊<sup>[37]</sup>,使其入汛时间早、雨期长且雨量大、湖区连续暴雨,为洞庭湖区百年以来从未发生过的特大型洪涝事件,导致直接经济损失巨大。

表 3 洞庭湖区夏季典型年份的旱涝与旱涝急转特征

Table 3 Features of drought-flood and its abrupt alternation in Dongting Lake area in summer of typical years

年份 Year	旱涝性质 Features of drought-flood	长周期旱涝 急转指数 Long-cycle drought-flood abrupt alternation index	降水距平百分率 Precipitation anomaly percentage/%		
			5—8 月 May-August	5—6 月 May-June	7—8 月 July-August
1954	涝	-0.53	67.28	71.53	56.87
1998	涝	-0.47	37.38	32.39	38.63
2002	涝	0.12	32.29	20.87	52.81
1966	旱	-0.37	-24.93	-11.72	-40.98
1972	旱	-0.83	-32.98	-12.79	-58.89
2011	旱	-0.68	-19.96	-3.95	-42.43
1964	涝转旱	-1.53	-1.95	20.91	-32.66
1959	涝转旱	-1.43	-17.36	8.89	-49.79
1971	涝转旱	-1.40	-11.62	7.98	-36.47
1952	旱转涝	1.16	9.10	-9.03	35.95
1968	旱转涝	1.17	-8.15	-23.56	9.03
2008	旱转涝	1.83	-1.06	-23.73	26.91

2) 干旱严重的年份, 5—8 月的  $P_a$  在 -15% 以下, 7—8 月的  $P_a$  低于 -40%, 降水明显偏少, 严重影响该地区的农业生产。

3) 典型涝转旱年份, LDFAI 小于 -1, 5—8 月  $P_a$  的绝对值低于 20%, 5—6 月的  $P_a$  为正值, 7—8 月的  $P_a$  为负值, 且低于 -30%, 也就是说夏季前一段时间降水偏多后一段时间降水显著偏少, 导致 2 个时期的降水量差距大, 于是就形成涝转旱事件。

4) 典型旱转涝年份, LDFAI 大于 1, 5—8 月的  $P_a$  绝对值在 10% 以下, 其降水量接近正常, 但 5—6 月的  $P_a$  为负值, 7—8 月的  $P_a$  为正值, 这与涝转旱事件相反。综上, 典型旱涝年份夏季降水量普遍偏多或偏少, 典型旱转涝 (涝转旱) 年份, 5—6 月降水偏少 (偏多), 7—8 月降水偏多 (偏少)。

综上, 夏季偏涝 (偏旱), 整个夏季降水偏多 (偏少), LDFAI 的绝对值小于 1; 夏季出现旱转涝 (涝转旱), 一个时期降水偏多, 另一个时期降水偏少, 降水分配不均匀, LDFAI 的绝对值大于 1, 且值越大, 旱涝急转的强度越大, 旱涝急转现象越显著。对比洞庭湖区夏季降水与旱涝灾情, LDFAI 能较好地反映夏季 5—6 月和 7—8 月的旱涝急转特征。

#### 2.4.2 旱涝急转的时间变化

据统计, 20 世纪 60 和 90 年代分别有 2 a 的 LDFAI 大于 1, 2 a 的 LDFAI 小于 -1, 50 和 70 年代及 2001—2015 年分别有 1 a 的 LDFAI 大于 1, 1 a 的 LDFAI 小于 -1, 80 年代只有 1 a 的 LDFAI 大于 1, 65 a 中有 15 a 的 LDFAI 绝对值大于 1, 每个年代出现的旱转涝和涝转旱现象频率大抵一致。该地区不同年代的 LDFAI 平均值均较小, LDFAI 强度的平均值均较大 (表 4), 并且 80 年代的 LDFAI 强度最小, 出现旱涝急转现象的频率最低, 90 年代的 LDFAI 强度最大, 出现旱涝急转现象的频率最高, 说明不同年代的 LDFAI 强度能在一定程度上反映旱涝急转现象出现的频率。90 年代的  $P_a$  最大, 为该区域夏季最湿润的一个年代, 80 年代为夏季最干燥的一个年代, 其次是 2001—2015 年。

表 4 洞庭湖区夏季降水和长周期旱涝急转指数的年代际统计特征

Table 4 Interdecadal statistics features of summer precipitation and long-cycle drought-flood abrupt alternation index (LDFAI) in Dongting Lake area

时期 Periods	LDFAI	LDFAI 强度 LDFAI intensity	降水距平百分率 Precipitation anomaly percentage/%		
			5—6 月 7—8 月 5—8 月 May-June July-August May-August		
			5—6 月 May-June	7—8 月 July-August	5—8 月 May-August
1951-1960	-0.11	1.00	3.56	0.74	2.51
1961-1970	-0.02	1.07	-2.34	-0.50	-1.17
1971-1980	-0.49	0.96	6.37	-10.89	-1.43
1981-1990	0.03	0.78	-3.87	-5.04	-4.20
1991-2000	0.28	1.10	2.27	20.30	9.61
2001-2015	-0.02	1.08	-2.84	-2.56	-2.75

夏季 LDFAI 有微弱上升的趋势 (图 6), 洞庭湖区旱涝急转现象大抵可分为 4 个阶段, 第 1 阶段是 1951—1970 年, 这一阶段 LDFAI 呈波动性振荡, 旱转涝和涝转

旱交替频繁, 且旱涝急转强度较大, 旱涝急转现象显著; 第 2 阶段是 1971—1989 年, 这一阶段除了 1980 年旱转涝强度较大, 总体来说 LDFAI 的波动较小, 且强度也较小, 旱涝急转现象不显著; 第 3 阶段是 1990—2002 年, 这一阶段 LDFAI 呈波动性振荡, 涝转旱的强度呈逐渐减小的趋势; 第 4 阶段是 2003—2015 年, 除了 2008 年旱转涝显著, 总体来说旱涝急转现象不显著。

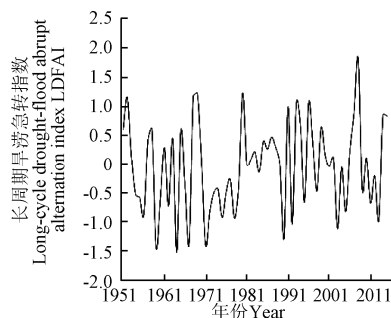


图 6 1951—2015 年洞庭湖区夏季 LDFAI 变化

Fig.6 Variation of LDFAI in Dongting Lake area during 1951—2015

#### 2.4.3 旱涝急转的空间分异特征

对各区域 LDFAI 做散点图来分析其相关性, 可知: 西洞庭湖区和东洞庭湖区的相关系数较高 ( $r=0.70$ ,  $P<0.01$ ), 旱涝急转指数的趋势变化较一致, 东洞庭湖区的涝转旱程度大于西洞庭湖区, 西洞庭湖区的旱转涝程度大于东洞庭湖区, 这说明该湖区不同区域虽然旱转涝或涝转旱的趋势趋于一致, 但旱涝急转的强度不一致。西洞庭湖区与南洞庭湖区的相关性较弱 ( $r=0.52$ ,  $P<0.01$ ), 东洞庭湖区与南洞庭湖区的相关系数最小 ( $r=0.35$ ,  $P<0.01$ ), 其旱涝急转指数趋势变化的差异较大。不管是旱涝变化还是旱涝急转变化, 东、西洞庭湖区的趋势变化趋于一致。

### 3 结论

1) 洞庭湖区 1951—2015 年旱涝变化过程大致可以分为 5 个阶段: 1951—1955 年相对湿润; 1956—1970 年, 旱涝程度不高; 1971—1990 年, 旱涝交替出现, 旱涝程度较前一阶段大; 1991—2003 年为较湿润; 2003 年后较干旱, 近十几年来干旱事件有明显增加的趋势。

2) 洞庭湖区夏季洪涝事件发生的频率最高, 冬季干旱事件发生的频率最高, 近十几年来, 四季的干旱事件普遍增加。20 世纪 90 年代降水最多, 不同等级洪涝事件发生的频率都较高, 2001—2015 年降水最少, 极端干旱事件发生的频率最高, 70 年代降水也偏少, 干旱事件发生的频率最高。

3) 洞庭湖区旱涝交替变化存在 4、10、25 和 31 a 这样 4 个时间尺度, 无论是哪个时间尺度, 2015 年后小波系数实部均呈现正值的趋势, 表明在未来一段时间内该地区降水偏多。

4) 对比洞庭湖区夏季降水与旱涝灾情, LDFAI 能较好地反映夏季 5—6 月和 7—8 月的旱涝急转特征, 65 a 中有 15 a 的 LDFAI 绝对值大于 1。不管是旱涝变化还是

旱涝急转变化,东、西洞庭湖区的变化较为接近。南洞庭湖区与东洞庭湖区旱涝急转变化差异较大。

### [参 考 文 献]

- [1] IPCC. Climate Change 2013: The Physical Science Basis, the Summary for Policymakers of the Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 2013.
- [2] 第三次气候变化国家评估报告编写委员会. 第三次气候变化国家评估报告[M]. 北京: 科学出版社, 2015.
- [3] 黄荣辉, 杜振彩. 全球变暖背景下中国旱涝气候灾害的演变特征及趋势[J]. 自然杂志, 2010, 32(4): 187—195.  
Huang Ronghui, Du Zhencai. Evolution characteristic and trend of droughts and floods in china under the background of global warming[J]. Chinese Journal of Nature, 2010, 32(4): 187—195. (in Chinese with English abstract)
- [4] 李双双, 杨赛霓, 刘宪锋. 1960—2013年北京旱涝变化特征及其影响因素分析[J]. 自然资源学报, 2015, 30(6): 951—962.  
Li Shuangshuang, Yang Saini, Liu Xianfeng. The characteristics of drought-flood variation and its influence factors in Beijing during 1960—2013[J]. Journal of Natural Resources, 2015, 30(6): 951—962. (in Chinese with English abstract)
- [5] 刘琳, 徐宗学. 西南地区旱涝特征及其趋势预测[J]. 自然资源学报, 2014, 29(10): 1791—1801.  
Liu Lin, Xu Zongxue. Drought/flood characteristic and trend prediction in Southwest China[J]. Journal of Natural Resources, 2014, 29(10): 1791—1801. (in Chinese with English abstract)
- [6] 杨金龙, 张强, 王劲松, 等. 近60年来西南地区旱涝变化及极端和持续性特征认识[J]. 地理科学, 2015, 35(10): 1336—1340.  
Yang Jinlong, Zhang Qiang, Wang Jinsong, et al. Extreme and persistent feature of drought and flood of Southwest China in past 60 years[J]. Scientia Geographica Sinica, 2015, 35(10): 1336—1340. (in Chinese with English abstract)
- [7] 何慧, 廖雪萍, 陆虹, 等. 华南地区1961—2014年夏季长周期旱涝急转特征[J]. 地理学报, 2016, 71(1): 130—141.  
He Hui, Liao Xueping, Lu Hong, et al. Features of long-cycle drought-flood abrupt alternation in South China during summer in 1961—2014[J]. Acta Geographica Sinica, 2016, 71(1): 130—141. (in Chinese with English abstract)
- [8] 陈晶, 顾世祥, 何大明, 等. 近60多年来滇池流域干旱特性及重现期分析[J]. 长江流域资源与环境, 2016, 25(9): 1457—1465.  
Chen Jing, Gu Shixiang, He Daming, et al. Return period of drought in Dianchi Basin in last 69 years[J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2016, 25(9): 1457—1465. (in Chinese with English abstract)
- [9] 周玉良, 周平, 金菊良, 等. 基于供水水源的干旱指数及在昆明干旱频率分析中应用[J]. 水利学报, 2014, 45(9): 1038—1047.  
Zhou Yuliang, Zhou Ping, Jin Juliang, et al. Establishment of hydrological drought index based on sources of regional water supply and its application to drought frequency analysis for Kunming[J]. Journal of Hydraulic Engineering, 2014, 45(9): 1038—1047. (in Chinese with English abstract)
- [10] 杨晓静, 左德鹏, 徐宗学. 基于标准化降水指数的云南省近55年旱涝演变特征[J]. 资源科学, 2014, 36(3): 473—480.  
Yang Xiaojing, Zuo Depeng, Xu Zongxue. Characteristics of droughts and flood analyzed using the standardized precipitation index in Yunan Province during the past 55 years[J]. Resource Science, 2014, 36(3): 473—480. (in Chinese with English abstract)
- [11] 刘世奇, 段炼中, 余元君. 洞庭湖水患灾害分析及其治理策略[J]. 人民长江, 2009, 40(14): 76—78.  
Liu Shiqi, Duan Lianzhong, Yu Yuanjun. Analysis on flood disaster in Dongting Lake and its control strategy[J]. Yangtze River, 2009, 40(14): 76—78. (in Chinese with English abstract)
- [12] 李景保, 余果, 欧朝敏, 等. 洞庭湖区农业水旱灾害演变特征及影响因素: 60年来的灾情诊断[J]. 自然灾害学报, 2011, 20(2): 74—81.  
Li Jingbao, Yu Guo, Ou Chaomin, et al. Evolution characters and influence factors of agricultural flood and drought in Dongting Lake area diagnosis of disaster situation in recent 60 years[J]. Journal of Natural Disaster, 2011, 20(2): 74—81. (in Chinese with English abstract)
- [13] 黄菊梅, 邹用昌, 彭嘉栋, 等. 1960—2011年洞庭湖区年降水量变化特征[J]. 气象与环境学报, 2013, 29(6): 81—86.  
Huang Jumei, Zou Yongchang, Peng Jiadong, et al. Variation characteristic of annual precipitation from 1960 to 2011 in Dongting Lake area[J]. Journal of Meteorology and Environment, 2013, 29(6): 81—86. (in Chinese with English abstract)
- [14] 中华人民共和国水利部. 2014年中国水旱灾害公报[R]. 北京: 中国水利水电出版社, 2011.
- [15] 王婷, 章新平, 黎祖贤, 等. 近52年来洞庭湖流域气象干旱的时空分布特征[J]. 长江流域资源与环境, 2016, 25(3): 514—522.  
Wang Ting, Zhang Xinping, Li Zuxian, et al. Temporal and spatial distribution characteristic of meteorological drought for recent 52 years in Dongting Lake Basin[J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2016, 25(3): 514—522. (in Chinese with English abstract)
- [16] 李景保, 王克林, 杨燕, 等. 洞庭湖区2000—2007年农业干旱灾害特点及成因分析[J]. 水资源与水工程学报, 2008, 19(6): 1—5.  
Li Jingbao, Wang Kelin, Yang Yan, et al. Characteristic and causes of agricultural drought disasters from 2000 to 2007 in the areas of Dongting Lake[J]. Journal of Water Resources and Water Engineering, 2008, 19(6): 1—5. (in Chinese with English abstract)
- [17] 程智, 丁小俊, 徐敏, 等. 长江中下游地区典型旱涝急转气候特征研究[J]. 长江流域资源与环境, 2012, 21(增刊2): 115—120.

- Cheng Zhi, Ding Xiaojun, Xu Min, et al. Analysis of characteristic of sharp turn from drought to flood in the middle and lower reaches of the Yangtze River[J]. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2012, 21(Supp.2): 115—120. (in Chinese with English abstract)
- [18] 闪丽洁, 张利平, 陈心池, 等. 长江中下游流域旱涝急转时空演变特征分析[J]. *长江流域资源与环境*, 2015, 24(12): 2100—2107.
- Shan Lijie, Zhang Liping, Chen Xinchu, et al. Spatio-temporal evolution characteristics of drought-flood abrupt alternation in the middle and lower reaches of the Yangtze River Basin[J]. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2015, 24(12): 2100—2107. (in Chinese with English abstract)
- [19] 牛建利, 何紫云, 张天宇, 等. 旱涝急转对生产, 生活与生态的影响及应对措施效果分析[J]. *长江流域资源与环境*, 2013, 22 (增刊 1): 108—115.
- Niu Jianli, He Ziyun, Zhang Tianyu, et al. Impacts of sudden drought to flood change on manufacture livelihood and ecology[J]. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2013, 22(Supp.1): 108—115. (in Chinese with English abstract)
- [20] 史建国, 严昌荣, 何文清, 等. 气象干旱指数计算方法研究概述[J]. *中国农业气象*, 2007, 28 (增刊): 191—195.
- Shi Jianguo, Yan Changrong, He Wenqing, et al. Overview on calculation methods of meteorological drought index[J]. *Chinese Journal of Agrometeorology*, 2007, 28(Supp.): 191—195. (in Chinese with English abstract)
- [21] 中国气象局. 气象干旱等级 GB/T20481-2006 [M]. 北京: 中国标准出版社, 2006.
- [22] McKee T B, Doesken N J, Kleist J. The relationship of drought frequency and duration to time scales[C]// *Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology*. Boston, USA: American Meteorological Society, 1993: 179—183.
- [23] 史建国, 严昌荣. 气象干旱指数计算方法研究概述[J]. *中国农业气象*, 2007, 28 (增刊): 191—195.
- Shi Jianguo, Yan Changrong. Summary on the computing method of meteorological index of drought[J]. *Chinese Journal of Agrometeorology*, 2007, 28(Supp.): 191—195. (in Chinese with English abstract)
- [24] 袁文平, 周广胜. 标准化降水指标与 Z 指数在我国应用的对比分析[J]. *植物生态学报*, 2004, 28(4): 523—529.
- Yuan Wenping, Zhou Guangsheng. Comparison between standardized precipitation index and Z index in China[J]. *Acta Phytocologica Sinica*, 2004, 28(4): 523—529. (in Chinese with English abstract)
- [25] 翟禄新, 冯起. 基于 SPI 的西北地区气候干湿变化[J]. *自然资源学报*, 2011, 26(5): 847—857.
- Zhai Luxin, Feng Qi. Dryness/wetness climate variation based on standardized precipitation index in Northwest China[J]. *Journal of Natural Resources*, 2011, 26(5): 847—857. (in Chinese with English abstract)
- [26] 刘可晶, 王文, 朱烨, 等. 淮河流域过去 60 年干旱趋势特征及其与极端降水的联系[J]. *水利学报*, 2012, 43(10): 1179—1187.
- Liu Kejing, Wang Wen, Zhu Ye, et al. Trend of drought and its relationship with extreme precipitation in Huaihe Basin over the last 60 years[J]. *Journal of Hydraulic Engineering*, 2012, 43(10): 1179—1187. (in Chinese with English abstract)
- [27] 孙德亮, 吴建峰, 李威, 等. 基于 SPI 指数的近 50 年重庆地区干旱时空分布特征[J]. *水土保持通报*, 2016, 36(4): 197—203.
- Sun Deliang, Wu Jianfeng, Li Wei, et al. Temporal and spatial patterns of droughts in recent 50 years of Chongqing city based on SPI index[J]. *Bulletin of Soil and Water Conservation*, 2016, 36(4): 197—203. (in Chinese with English abstract)
- [28] 王莺, 李耀辉, 胡田田. 基于 SPI 指数的甘肃省河东地区干旱时空特征分析[J]. *中国沙漠*, 2014, 34(1): 244—253.
- Wang Ying, Li Yaohui, Hu Tiantian. Analysis on spatial and temporal patterns of drought based on standardized precipitation index in Hedong area in Gansu Province[J]. *Journal of Desert Research*, 2014, 34(1): 244—253. (in Chinese with English abstract)
- [29] 唐宝琪, 延军平, 李双双, 等. 近 55 年来华东地区旱涝时空变化特征[J]. *长江流域资源与环境*, 2016, 25(3): 497—505.
- Tang Baoqi, Yan Junping, Li Shuangshuang, et al. Evolution of spatiotemporal of floods and droughts in east China from 1960 to 2015[J]. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2016, 25(3): 497—505. (in Chinese with English abstract)
- [30] Heim Jr R R. A review of twentieth-century drought indices used in the United States[J]. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 2002, 83(8): 1149.
- [31] Patel N R, Chopra P, Dadhwal V K. Analyzing spatial patterns of meteorological drought using standardized precipitation index[J]. *Meteorological Applications*, 2007, 14(4): 329—336.
- [32] 魏凤英. 现代气候统计诊断与预测技术[M]. 北京: 气象出版社, 2007.
- [33] 张水锋, 张金池, 闵俊杰, 等. 基于径流分析的淮河流域汛期旱涝急转研究[J]. *湖泊科学*, 2012, 24(5): 679—686.
- Zhang Shuifeng, Zhang Jinchi, Min Junjie, et al. Drought-flood abrupt alternation based on runoff in the Huaihe River Basin during rainy season[J]. *Journal of Lake Science*, 2012, 24(5): 679—686. (in Chinese with English abstract)
- [34] Wu Z, Li J, He J, et al. Occurrence of droughts and floods during the normal summer monsoons in the mid - and lower reaches of the Yangtze River[J]. *Geophysical Research Letters*, 2006, 33, L05813. doi:10.1029/2005GL024487.
- [35] Wu Z, Li J, He J, et al. Large-scale atmospheric singularities and summer long-cycle droughts-floods abrupt alternation in the middle and lower reaches of the Yangtze River[J]. *Chinese Science Bulletin*, 2006, 51(16): 2027—2034.
- [36] 吴志伟, 李建平, 何金海, 等. 大尺度大气环流异常与长江中下游夏季长周期旱涝急转[J]. *科学通报*, 2006, 51(14): 1717—1724.



Wu Zhiwei, Li Jianping, He Jinhai, et al. The relationship between the circulation anomaly in large scale and long-periodic sharp turns from flood to drought over the middle and lower reaches of the Yangtze River in summer[J]. Chinese Science Bulletin, 2006, 51(14): 1717—1724. (in Chinese with English abstract)

[37] 彭际作, 毛德华. 洞庭湖区 1998 年与 1954 年特大洪涝灾害比较研究[J]. 热带地理, 2000, 20(2): 116—120.

Peng Jizuo, Mao Dehua. A comparative study of the flood and waterlogging disasters occurred in 1998 and 1954 in the Dongting Lake region[J]. Tropical Geography, 2000, 20(2): 116—120. (in Chinese with English abstract)

## Analysis on evolution of drought-flood and its abrupt alternation in typical year from 1951 to 2015 in Dongting Lake area

Hu Yihong<sup>1,2</sup>, Li Jingbao<sup>1\*</sup>

(1. College of Resource and Environmental Science, Hunan Normal University, Changsha 410081, China;

2. Academy of Disaster Reduction and Emergency Management, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

**Abstract:** Drought-flood disaster is one of vital factors restricting Dongting Lake area's economic development. In order to predict the future drought-flood change tendency, using the monthly precipitation data of 36 meteorological stations in Dongting Lake and its surrounding areas, this paper attempted to describe the characteristics of evolution of drought-flood and its abrupt alternation in typical year from 1951 to 2015 in Dongting Lake area. Standardized precipitation index (SPI) and long cycle drought-flood abrupt alternation index (LDFAI), Morlet wavelet analysis and other climate diagnosis method were adopted. The results showed that the variation of drought and flood could be roughly divided into 5 periods. The first period was from 1951 to 1955, which was relatively humid. The second period was from 1956 to 1970. In this period, the alternation of flood and drought was frequent and the calamity degree was not severe. The third period was from 1971 to 1990. The alternation was also frequent and the calamity degree was severer than the previous period. The fourth was a humid period from 1991-2003. The last was an arid period after 2003. In this period, drought disaster has showed an obvious increasing trend. In the study area, flood and drought occurred frequently, and its alternation was also frequent during 1951-2015. The average frequency of different time scales of drought and flood events was 42.62%. The distribution of precipitation was uneven and concentrated in summer. The highest frequency of flood events was 33.33%, which occurred in summer. In winter, the frequency of drought events was 41.54%. Flood events showed an increasing trend in spring and summer in the 1990s. But in recent years, the rainfall has kept decreasing in 4 seasons. On an interdecadal scale, the 1990s was the wettest decade and had the highest frequency of flood events which was 30%. The precipitation was the least and the frequency of drought event was 22.99% in 2001-2015. In this period, the frequency of extreme drought event was the highest. The highest frequency of drought events was 25.83% in the 1970s. In this period, the precipitation was also low. Variation of drought-flood had 4 characteristic time scales, respectively, 4, 10, 25 and 31 a, which revealed that Dongting Lake area would be have more precipitation in the next few years. The variations of drought-flood in the 3 areas including East, West and South Dongting Lake area were basically the same, but had some differences in different periods. The variation of drought-flood even showed an obviously reverse phase in South and West Dongting Lake area in 1990s. There were 15 years with the absolute value of LDFAI is greater than 1 in recent 65 years in this area, which meant drought- flood abrupt alternation phenomenon was frequent. For either the variation of drought-flood or its abrupt alternation, West Dongting Lake area and East Dongting Lake area were basically the same. The variation of drought-flood abrupt alternation in South Dongting Lake area was obviously different from East and West Dongting Lake area.

**Keywords:** meteorology; drought; precipitation; standardized precipitation index; long-cycle drought-flood abrupt alternation index; Dongting Lake area