

于文金, 张晓玲, 周鸿渐, 等. 长江流域春夏旱涝灾害与太平洋海温关联性研究[J]. 灾害学, 2015, 30(3): 054-060.
[Yu Wenjin, Zhang Xiaoling, Zhou Hongjian, et al. Correlation between spring and summer drought and flood in the Yangtze River Basin and Pacific SST[J]. Journal of Catastrophology, 2015, 30(3): 054-060.]

长江流域春夏旱涝灾害与太平洋海温关联性研究*

于文金¹, 张晓玲¹, 周鸿渐¹, 黄亦露¹, 邱新发¹, 谢涛¹, 于步云¹, 邹欣庆²

(1. 南京信息工程大学, 江苏 南京 210014;

2. 南京大学 海岸与海岛开发教育部重点实验室, 江苏 南京 210093)

摘要: 基于长江流域区域 1956-2011 年 50 年气象资料和同期太平洋海温资料, 采用 Z 指数、EOF、REOF、SVD 分析等方法, 探讨长江流域春季和夏季旱涝特征及其旱涝事件与极端海温异常之间的关联性, 得出以下结论。①REOF 的 Z 指数春夏季节旱涝空间分区特征显示, 春季前 6 个模态的累计方差贡献率能够达到 61.2%, 收敛速度较平缓, 夏季前 6 个模态累积方差贡献率更低, 只有 52.1%。②前冬太平洋海温的变化与长江流域旱涝的态势呈显著相关关系, 春季海温场与长江流域旱涝 Z 指数场的 SVD 第一模态显示, 长江流域的东北区的旱涝与厄尔尼诺显著相关, 当赤道东太平洋海温升高, 西太平洋海温降低时, 长江流域东北地区偏涝, 而长江流域的西部地区偏旱, 反之亦然。③夏季海温场与长江流域旱涝 Z 指数场的 SVD 第一模态, 表明太平洋海温分布主要呈现南北向的分布, 当赤道中东太平洋海温偏高, 北太平洋海温偏低时, 长江流域夏季中部地区偏涝。反之亦然。第二模态, 全球海温呈现厄尔尼诺类型的分布, 中东太平洋是负相关, 而在西太平洋为显著负相关。

关键词: Z 指数; 长江流域; 旱涝灾害; 海温异常

中图分类号: P468; X43 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-811X(2015)03-0054-07

doi: 10.3969/j.issn.1000-811X.2015.03.011

在全球气候变暖的背景下, 极端气候事件的发生频率增加^[1-6]。由于我国地域辽阔, 降水时空分布不均, 旱、涝成为我国最重要的气象灾害, 特别是长江流域, 由于流域面积大, 且地形复杂, 旱涝灾害错综复杂, 旱涝急转问题尤为突出。目前, 关于长江流域旱涝灾害问题的研究已经取得了一定的成果^[5-11], 主要集中在旱涝的特征、类型、频率等方面, 关于长江流域旱涝季节变化、旱涝成因及旱涝急转的内在触发机制等研究较少, 气候变化与区域极端天气灾害之间的响应关系尚不清晰。本文以我国长江流域为研究区域, 重点分析春季和夏季的旱涝特征及与海温之间的关联性, 对探寻长江流域旱涝急转的内在机理和震荡规律, 为长江流域防灾减灾提供科技支撑具有重要的意义。

站中的长江流域 148 个测站全年逐日降水量为基本资料, 148 个测站分布如图 1 所示, 数据经严格订正。对于个别站点年份资料缺失问题均经过等距离插值法处理。

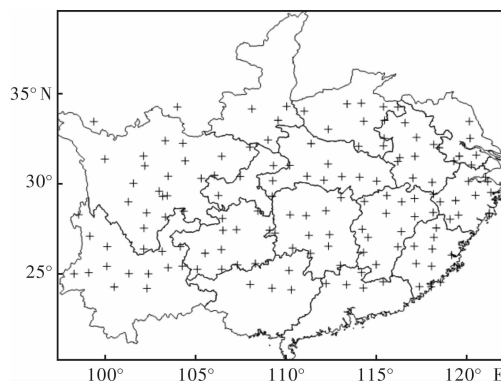


图1 长江流域站点分布图

1 资料和方法

1.1 资料

本文资料来源于中国气象局国家气象信息中心, 海温资料为 1911-2011 年时间段, 气象资料选用国家气候中心整理的 1956-2007 年我国 754

1.2 研究方法

1.2.1 Z 指数

Z 指数的前提是要假设降水量服从皮尔逊分布^[12-15], 其概率密度函数为:

$$f(x) = \frac{\beta}{\Gamma(\alpha)} (x - \alpha)^{\alpha-1} e^{-\beta(x-\alpha)}, (x > \alpha). \quad (1)$$

* 收稿日期: 2014-11-25

修回日期: 2015-01-21

基金项目: 国家自然科学基金(41276187); 江苏高校优势学科建设工程资助项目(PAPD)

作者简介: 于文金(1967-), 男, 山东淄博人, 博士, 教授, 研究方向为区域经济开发与可持续发展. E-mail: yuwj@nuist.edu.cn

通过对对降水量进行正态处理之后,可将上述概率密度函数通过转换得到下式:

$$Z_i = \frac{6}{C_s} \left| \frac{C_s}{2} \Phi_i + 1 \right|^{\frac{1}{3}} - \frac{6}{C_s} + \frac{C_s}{6}. \quad (2)$$

式中: C_s 为偏态系数, Φ_i 为标准变量。

根据 Z 变量的正态分布曲线,划分为 7 个等级并确定其相应的 Z 界限值,作为各级旱涝指标(表 1)。

表 1 旱涝 Z 指数分类

Z 指数	旱涝程度	旱涝等级
$Z > 1.645$	重涝	1
$1.037 < Z \leq 1.645$	大涝	2
$0.842 < Z \leq 1.037$	偏涝	3
$-0.842 < Z \leq 0.842$	正常	4
$-1.037 < Z \leq -0.842$	偏旱	5
$-1.645 < Z \leq -1.037$	大旱	6
< -1.645	重旱	7

1.2.2 EOF 和 REOF

经验正交函数(EOF)最早是由英国的生物学家 Person 在 1902 年提出^[16]。Lorena 于 1950 年代中期将这种研究方法引入到大气科学的研究中,1970 年代开始在我国气候研究中运用。它主要有以下 4 个特点:

(1) 它没有固定的函数,不像其它分解需要特殊的函数作为基函数;

(2) 它能在有限的区域分解不规则分布的站点;

(3) 它的展开收敛的速度很快,能将变量场的信息集中到其中的几个模态上;

(4) 用它分离出的空间结构都在某种程度上具有一定的物理意义。

该方法的局限性在于它不能解释要素场中不同地理区域变化的特征,前几个空间模型一般是相同的分布结构,只有通过转动主分量才能较好地显示不同区域变化的特征;一般在研究中采用在 EOF 分析结果的基础上再做旋转,即旋转主成分分析(ROF),ROF 方法用来做气候区划在中国得到广泛的应用。

1.2.3 SVD 分析

奇异值分解(SVD)用于分析两个气象要素场序列之间的相关关系^[17-18],可最大限度地从两个要素场分离出多个相互独立的耦合模态,从而揭示出两要素场所存在的时域性的空间联系。由于奇异值分解是以两个场之间的最大协方差为基础的展开,在研究两个要素场序列之间时空关系时是一个有力的工具。具体方法如下

设有两个零均值的气象要素场:

$$\mathbf{X}(t) = (x_1(t), x_2(t), \dots, x_{p1}(t))^T, \quad (3)$$

$$\mathbf{Y}(t) = (y_1(t), y_2(t), \dots, y_{p2}(t))^T. \quad (4)$$

通常称 $\mathbf{X}(t)$ 为左气象场(左场), $\mathbf{Y}(t)$ 为右气象场(右场),两气象场之间的交叉协方差阵为:

$$\mathbf{C}_{xy} = \langle \mathbf{X}(t) \mathbf{Y}^T(t) \rangle. \quad (5)$$

式中:符号 $\langle \rangle$ 表示平均, $\mathbf{Y}^T(t)$ 表示矩阵的转置,左、右气象场构造两组新变量。

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} a_1(t) \\ a_2(t) \\ \vdots \\ a_p(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} l_{11}, l_{12}, \dots, l_{1p1} \\ l_{21}, l_{22}, \dots, l_{2p1} \\ \vdots \\ l_{p1}, l_{p2}, \dots, l_{pp1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_1(t) \\ x_2(t) \\ \vdots \\ x_{p1}(y) \end{bmatrix} = \mathbf{L}^T \mathbf{X}, \quad (6)$$

$$\mathbf{B} = \begin{bmatrix} b_1(t) \\ b_2(t) \\ \vdots \\ b_p(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} m_{11}, m_{12}, \dots, m_{1p1} \\ m_{21}, m_{22}, \dots, m_{2p1} \\ \vdots \\ m_{p1}, m_{p2}, \dots, m_{pp1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} y_1(t) \\ y_2(t) \\ \vdots \\ y_{p1}(y) \end{bmatrix} = \mathbf{M}^T \mathbf{X}. \quad (7)$$

SVD 相当于将左、右气象场分解成左、右奇异向量的线性和。通常称 (L_i, M_i) 为一对变量型; a_i, b_i 分别为左、右场展开系数,每一对变量型和相应的展开系数确定了一种模态。

前 K 个模态的累计平方协方差贡献百分率为:

$$CSCF_k = \sum_{i=1}^k \sigma_i^2 / \sum_{i=1}^p \sigma_i^2. \quad (8)$$

奇异值按降序排列,即 $\langle a_1, b_1 \rangle = \max$,第 1 模态对交叉协方差的贡献率最大,其余第 2,第 3, ..., 依次递减。

为了客观反映每一模态左、右场的遥相关程度及相互作用的“关键区”,各模态左、右场展开系数的时间系数 $r(a_k, b_k)$ 为模态相关系数,各模态左(右)场展开系数与右(左)气象场之间的时间相关系数为异类相关系数。

$$r(a_k, b_k) = \frac{\langle a_k^2(t) b_k(t) \rangle}{\langle a_k^2(t) \rangle^{1/2} \langle b_k^2(t) \rangle^{1/2}}. \quad (9)$$

第 K 个模态异类相关系数分布性表示第 k 个左(右)场的展开系数所反映的右(左)气象场时间变化程度大小的分布,显著相关区则代表了两气象场相互影响的“关键区”,同类相关系数的分布则反映了展开系数序列自身气象场时间变化程度大小的地理分布,在一定程度上代表了左、右气象场的遥相关性。

2 结果分析

2.1 基于 REOF 的 z 指数春夏季节旱涝空间分区特征

2.1.1 春季旱涝空间分区特征

春季前 6 个模态的累计方差贡献率能够达到 61.2%,收敛速度较平缓,在一定程度上反映出流域春季旱涝的复杂性。春季的 REOF 结果显示,RLV1 模态明显突出了长江流域东北区域的正值区,主要位于江苏、安徽、河南以及湖北,其中江苏、安徽以及河南南部在载荷值都在 0.7 以上,该模态的方差贡献率为 21%。春季受冬季北方弱高压的影响,因此在春季是较为敏感的区域。RLV2 模态突出了长江东南部地区,位于福建,江西南部以及广东北部地区,载荷值也能达到 0.7 及

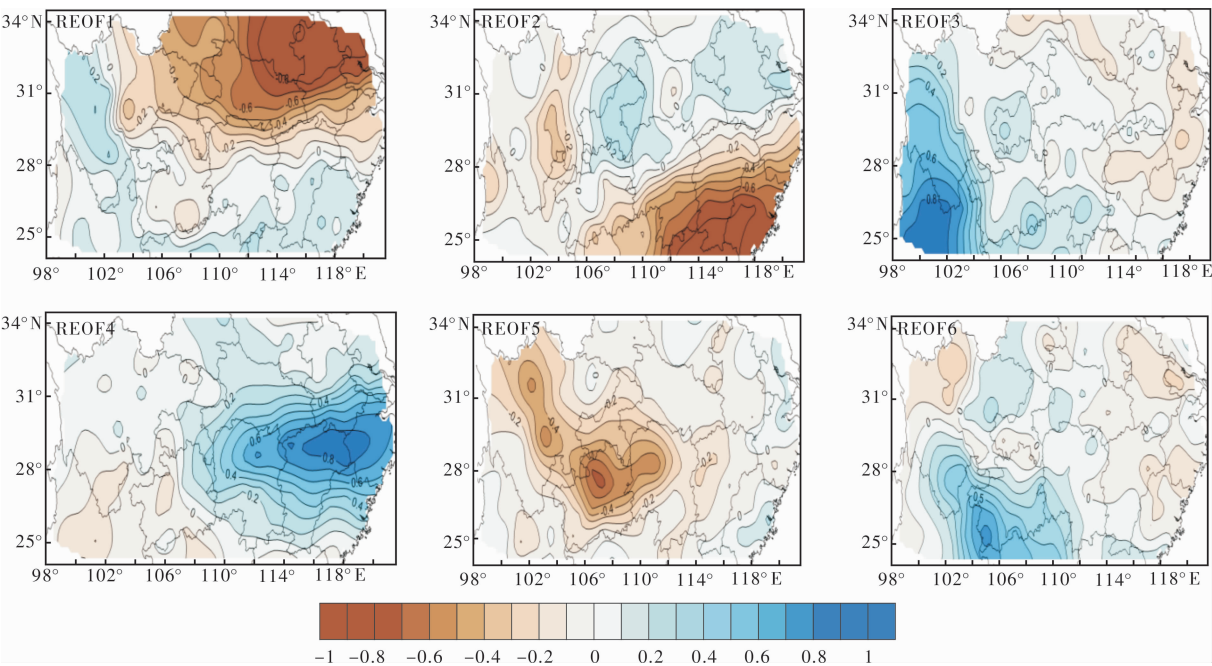


图2 长江流域春季早涝 Z 指数 REOF 的前 6 个模态

表 2 春季早涝 Z 指数 EOF 和 REOF 的前 10 个模态的方差贡献以及累计方差贡献率

模态序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
EOF	方差贡献	21.5	16.7	9.5	6.3	3.9	3.1	3	2.4	2.3
	累计方差贡献	21.5	38.2	47.7	54	57.9	61	64	66.4	68.7
REOF	方差贡献	21.5	16.7	9.6	6.3	4.0	3.1	2.9	2.5	2.2
	累计方差贡献	21.5	38.2	47.8	54.1	58.1	61.2	64.1	66.6	68.8

以上。这与南海夏季风的向北推进，进而影响此区域的早涝有密切关系。RLV3 模态明显突出了长江流域西南地区，位于云南北部和四川南部。这一模态在四个季节内都比较稳定，反映出青藏高原气候区独有的气候特点。RLV4 模态突出了长江流域中东部地区，包括整个浙江地区，江西和湖南的北部。虽然也是在长江流域东部，但其方差贡献较低。反映出季风对春季早涝较弱的影响。RLV5 模态突出了长江流域中西部地区，包括贵州和四川中部。反映了青藏高原东部对早涝的影响。RLV6 模态突出了长江流域的南部地区，包括贵州南部。其方差贡献最低，说明了西南季风在春季对流域的早涝影响较小。春季早涝的敏感区主要位于流域的东部。RLV1，RLV2 和 RLV4 属于长江流域中下游气候区，由于这个区早涝影响较为复杂，因此春季长江中下游早涝分为北部，中部和南部。RLV3 体现了由于青藏高原的气候，RLV5 反映了四川盆地气候区的早涝特征。RLV6 反映了西南季风气候区。根据 REOF 的结果，基于 Z 指数对流域的早涝特征进行了划分。由于 Z 指数对单站的表征能力较强，因此我们在每个分区中选出了具有代表性的测站。研究显示，流域春季近 50 年的早涝 Z 指数的线性趋势均有负值，表现出一致性的下降趋势，说明整个流域有偏旱的趋势。但流域的东南沿海以及四川西部和云南北部地区，春季早涝有

偏涝的趋势。总的来说流域春季总的早涝趋势与流域整体的降水趋势变化时比较一致的。

2.1.2 夏季早涝空间分区特征

夏季，长江流域东部处于东亚季风区。初夏，低纬海洋暖湿气流侵入，与北方变性干冷空气在这里交汇，形成梅雨锋系，造成连绵不断的阴雨天气和暴雨。若持续时间较长，容易形成涝灾。盛夏，西太平洋副热带高压西伸北抬，长江流域处于它控制之下，天气酷热，如持续时间较长，容易形成旱。同时夏季青藏高原的热力作用对青藏高原东部以及长江流域的早涝影响也不容忽视。REOF 结果显示，前 10 模态的解释方差贡献率总和不到 70%。并且每个模态的解释方差都较低，第一模态的方差贡献仅为 15%，由此可见，夏季长江流域分异性表现不突出，夏季和春季，长江流域分区大体一致。具体表现为，RLV1 模态明显突出了长江流域北部区域的正值区，主要位于湖北以及重庆的北部，湖北的北部载荷值在 0.7 以上。RLV2 模态明显突出了长江东部地区，位于江苏和安徽地区。载荷值也能达到 0.7 及以上。RLV3 模态明显突出了长江流域中部地区，主要集中在湖南北部和贵州。这与春季表现出不同的特点，可能反映出青藏高原在夏季的热力作用，导致其东部地区的早涝变化。RLV4 模态突出了长江流域东南部的福建地区。RLV5 模态突出了长江流

域西南部、云南北部。RLV6 模态突出了长江流域的南部地区,包括四川西部、云南北部。这两个模态与春季模态相一致,体现了流域内不同气候区在季节上旱涝变化的一致性。RLV7 模态突出长江流域南部、湖南南部和广西北部。RLV8 模态突出了长江流域东部地区的旱涝特征变化,主要位于浙江和江西北部。与春季不同,夏季长江中下游旱涝特征不仅受东亚夏季风的影响,同时受很多副热带环流系统的影响,因此影响其旱涝特征较春季复杂。其余子区域分布大致与春季相同。总的来说,春夏季分区有很多相似的地方,在一定程度上反映出不同区域的气候控制性因素。

2.2 长江流域春秋旱涝灾害与海温一场之间的关联性

2.2.1 长江流域春季旱涝与前冬海温的可能关系

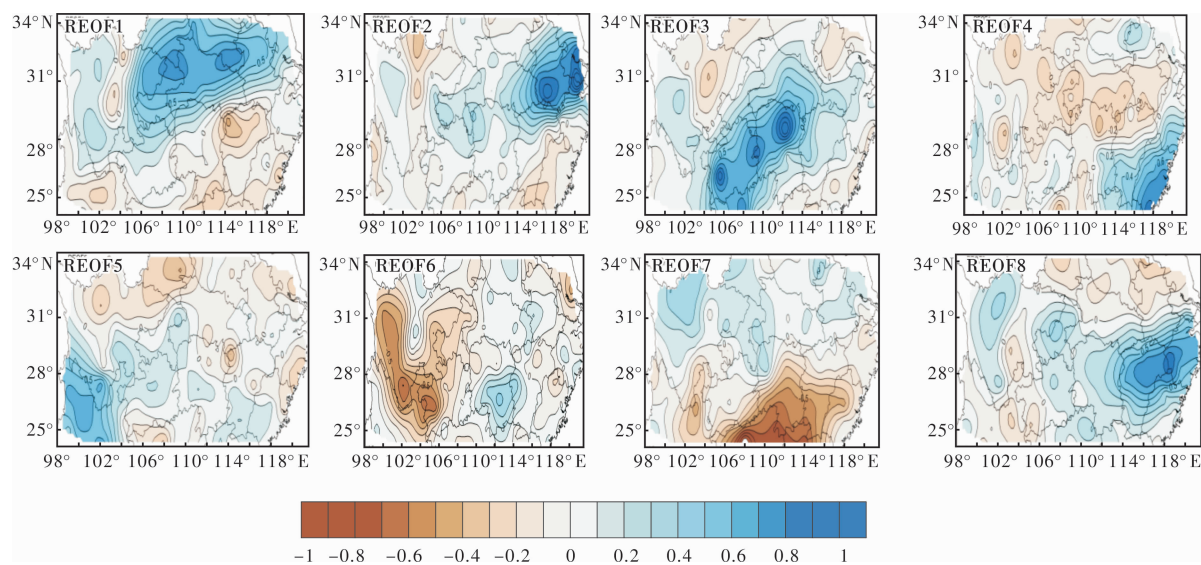


图3 长江流域夏季旱涝 Z 指数 REOF 的前 6 个模态

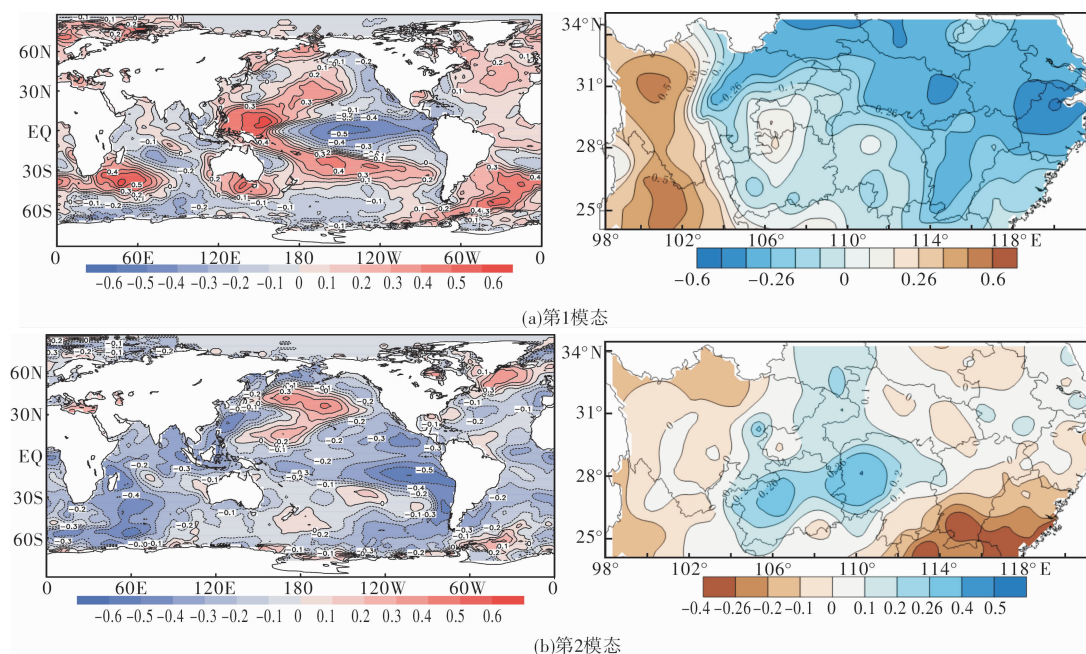
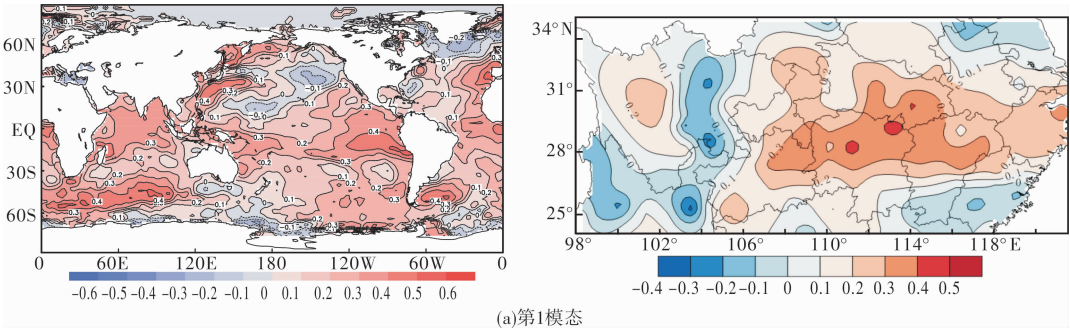


图4 全球前冬海温的标准化距平场与长江流域春季旱涝 Z 指数的 SVD 异质相关

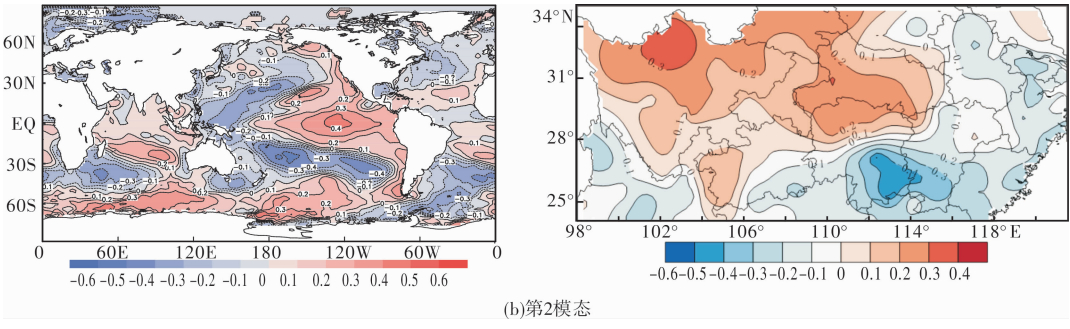
使用 SVD 分析可以揭示 SST 与长江流域旱涝之间的关系^[19-21]。研究中采用 1957-2007 年共 52 年间的全球冬季海温的标准化距平作为左场,长江流域 47 个台站的旱涝 Z 指数作为右场(时间长度为 52 年),作海温对长江流域旱涝 Z 指数的 SVD 分析。发现无论左场还是右场,其同性和异性相关系数在空间上的分布特征基本保持一致,值略有不同。这说明在 SVD 分析中,同性和异性相关系数都可以使用。同时发现, SST 对全国降水的影响具有空间稳定性和时间一致性,即全球海温的关键区稳定而持续地影响长江流域的旱涝。观察春季长江流域旱涝 Z 指数与前冬全球海温标准化距平的 SVD 分析异质关系图可以看出,前两个模态协方差贡献分别为 36.41% 和 14.46%,模态的相关系数分别为 0.71 和 0.61,均通过了 99% 的显

表 3 夏季旱涝 Z 指数 EOF 和 REOF 的前 10 个模态的方差贡献以及累计方差

模态序号		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
EOF	方差贡献	15.2	14.5	7.0	5.7	4.9	4.7	4	3.0	3.0	2.7
	累计方差贡献	15.2	29.7	36.7	42.4	47.3	52.0	56.0	59.0	62.0	64.7
REOF	方差贡献	15.2	14.4	7.0	5.7	5.0	4.8	3.9	3.0	2.9	2.7
	累计方差贡献	15.2	29.6	36.6	42.3	47.3	52.1	56.0	59.0	61.9	64.6



(a)第1模态



(b)第2模态

图 5 全球前冬海温的标准化距平场与长江流域夏季旱涝 Z 指数的 SVD 异质相关

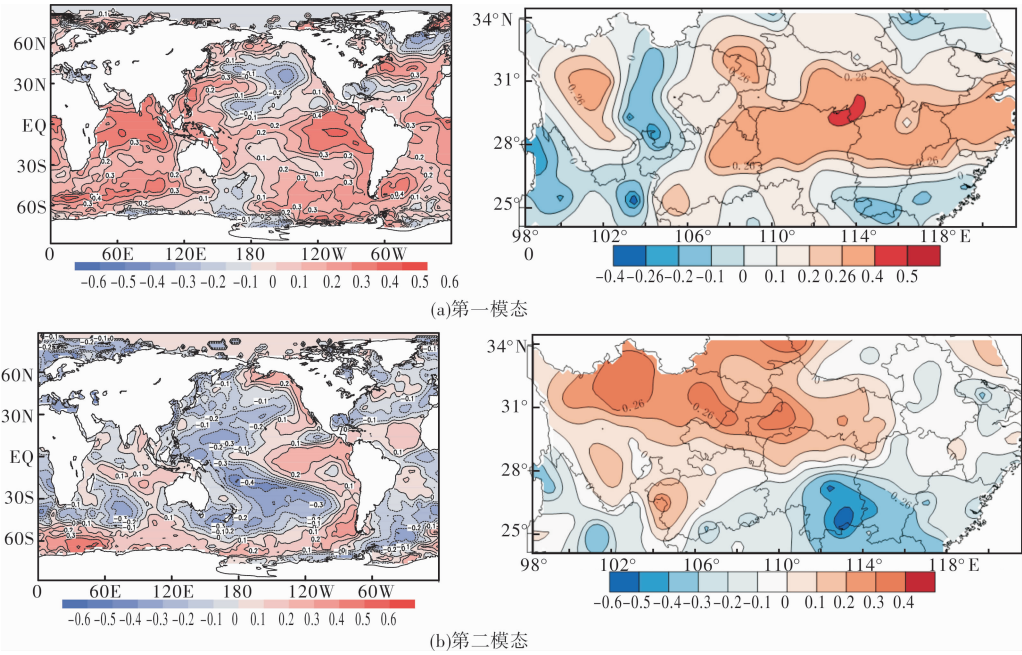


图 6 全球前春海温的标准化距平场与长江流域夏季旱涝 Z 指数的 SVD 异质相关

著性检验。从第一模态左右场相关系数的空间分布(图 4)可以看到,全球海温中显著的关键区是中

东太平洋和西太平洋,从第一模态长江流域旱涝 Z 指数异质相关分布图中可以看到,长江流域的整

个北部地区与中东太平洋的海温呈现正相关态势,而与西太平洋海温呈现负相关。云南和四川区域的旱涝与中东太平洋的海温呈负相关,而与西太平洋海温正相关。这说明,当中东太平洋海温偏高,西太平洋海温偏低时,长江流域北部和东部的部分地区偏涝,而长江流域西部地区,即四川云南地区偏旱。第二模态全球海温标准化距平场的空间相关系数与第一模态有明显的区别。可以看到,第一模态主要呈现在太平洋南北反向的态势,北太平洋和南太平洋相关系数完全相反。类似于 PDO 分布型,在中东太平洋为负相关关系,而在北太平洋为正相关关系,第二模态的旱涝 Z 指数相关系数分布显示,长江流域的东南部有显著的负相关,在中南部地区呈现显著地正相关。说明,当中东太平洋海温偏高,北太平洋海温偏低时,长江流域的东南部偏涝,而在长江流域的中东部地区则偏旱,反之亦然。

2.2.2 长江流域夏季旱涝与前冬海温关系

夏季长江流域的旱涝与全球海温的标准化距平做 SVD,分析 SVD 的第一和第二模态,结果显示,前两个模态协方差贡献分别为 27.8% 和 16.5%,模态的相关系数分别为 0.61 和 0.65,均通过了 99% 的显著性检验。可以看出,第一模态全球海温的相关显著区域位于中东太平洋和西北太平洋,这两个海区均呈正相关关系,从第一模态的旱涝 Z 指数的相关可以看到,夏季长江流域中部有较为显著地相关性。也就是说,当这两个关键海区的温度升高时,长江流域中部地区偏涝。对于第二模态,全球在中太平洋和西太平洋有较高的相关关系,但右场的旱涝 Z 指数相关性并不高。这表明,中太平洋海温与长江流域的旱涝关系不大。

2.2.3 长江流域夏季旱涝与前春海温关系

长江流域夏季旱涝特征不仅与前冬海温关系显著,同时与前春的海温相关性也较好。因此,我们将前春全球海温标准化距平作为左场,长江流域旱涝 Z 指数作为右场,左 SVD 分析,其中第一模态的解释方差较大,能够达到 32.56%,相关系数在全球海温分布呈现南北方向,类似于北太平洋的 PDO 模态,并且右场旱涝 Z 指数的相关系数也较为显著,在整个长江流域的中东部都有显著的相关性。这表明,当中东太平洋海温升高时,整个长江流域的中东部偏涝。第二模态的解释方差能够达到 14.8,前春全球海温分布呈现东西反相分布特征,对应右场长江流域相关系数场可以看出,在四川北部的小部分地区有正相关,其余地区相关不显著。在长江流域的东南部有较为显著地负相关。这表明,当中东太平洋海温升高,西太平洋海温降低时,四川北部偏涝,东南部偏旱。

综上所述,长江流域夏季旱涝灾害与太平洋前东海温关系密切,第一模态和第二模态解释方

差均超过了 60%,同时与前春太平洋海温也具有一定的关系。从相关关键区域来看,影响我国长江流域旱涝灾害频率和强度的太平洋海温异常区域恰好是厄尔尼诺和拉尼娜现象出现的海域,可见,我国长江流域春夏季旱涝灾害与太平洋海温异常关系密切,海温的异常变化是引发我国长江流域旱涝灾害的重要驱动因素。

3 结论与讨论

通过以上研究得出以下结论:

(1)不同季节,长江流域旱涝特征表现为流域整体趋势较为一致,分区域存在一定的差异。春季整体表现为偏旱的趋势,但流域西部,云南和四川南部有偏涝的趋势。夏季趋势与夏季平均降水量的趋势变化相一致,整体上呈现显著的偏涝趋势,而在流域的西部,四川中部地区有较显著的偏旱趋势。

(2)REOF 的 Z 指数春夏季节旱涝空间分区特征显示,春季前 6 个模态的累计方差贡献率 61.2%,收敛速度较平缓,夏季前 6 个模态累积方差贡献率更低,只有 52.1%,显示流域夏季旱涝特征比春季旱涝空间分异更复杂。春夏的分区出现较高的一致性,反映出不同区域的气候控制性因素具有一定的稳定性。

(3)春季海温场与长江流域旱涝 Z 指数场的 SVD 第一模态显示,长江流域的东北区的旱涝与厄尔尼诺显著相关,当赤道东太平洋海温升高,西太平洋海温降低时,长江流域东北地区偏涝,而长江流域的西部地区偏旱,反之亦然。夏季海温场与长江流域旱涝 Z 指数场的 SVD 第一模态表明太平洋海温分布主要呈现南北向的分布,当赤道中东太平洋海温偏高,北太平洋海温偏低时,长江流域夏季中部地区偏涝。反之亦然。第二模态显示全球海温呈现厄尔尼诺类型的分布,中东太平洋是负相关,而在西太平洋为显著地负相关。右场长江流域的北部地区是正相关,南部地区是负相关。当中东太平洋海温偏高,西太平洋海温偏低时,四川北部,湖北与湖南交接处地区偏涝,湖南以及江西南部地区则偏旱。

研究尚存在以下问题:

(1)降水 Z 指数长期以来都是作为旱涝监测业务的主要指标,但是由于 Z 指数是以降水量服从皮尔逊三型分布为假设前提的,不涉及干旱机理,未能考虑到温度、蒸发等一些因子,真正的实际降水的分布情况可能与 Z 指数用于拟合的函数存在一定的差异。

(2)由于长江流域地形以及气候特征较为复杂,REOF 分区并不能代表流域内所有的区域。区域旱涝研究中,仅仅研究了其趋势变化,周期分析。区域旱涝的成因研究尚需进一步探讨。因此

分区气候变化的归因探讨是未来研究的重点问题。

(3) 文章仅仅研究了长江流域春夏季旱涝与全球海温异常的可能联系, 但具体其中的影响机制和定量关系将是日后研究的重点问题。

参考文献:

- [1] 陈莹, 尹义星, 陈兴伟. 19 世纪末以来中国洪涝灾害变化及影响因素研究[J]. 自然资源学报, 2011, 26(12): 2110-2119.
- [2] 王铮, 彭涛, 魏光辉, 等. 近 40 年来中国自然灾害的时空统计特征[J]. 自然灾害学报, 1994, 3(2): 16-21.
- [3] Huang N E, Shen Z, Long S R, et al. The empirical mode decomposition and the Hilbert spectrum for nonlinear and non-stationary time series analysis[J]. Proceedings of the Royal Society of London, Series A, 1998, 454: 899-955.
- [4] He J H, Wen Metal. Vertical circulation structure, inter annual variation features and variation mechanism of western Pacific sub-tropical high[J]. Adv Sci, 2001, 18(4): 497-510.
- [5] J H, Lu J M. Possible impacts of the arctic oscillation on the inter-decadal variation of summer monsoon rain fall in east asia[J]. Adv Sci, 2005, 22(1): 39-48.
- [6] 李月洪, 施能. 我国东部夏季大尺度南北旱涝的气候特征及环流异常[J]. 大气科学研究与应用, 1995, (9): 10-18.
- [7] 张立波, 封国林, 郭利娜, 等. 我国东部 4-9 月大尺度南北旱涝的特征及变化[J]. 南京气象学院学报, 2006, 29(1): 1-8.
- [8] 吴志伟, 江志红, 何金海. 近 50 年华南前汛期降水、江淮梅雨和华北雨季旱涝特征对比分析[J]. 大气科学, 2006, 30(3): 391-401.
- [9] 王志伟, 唐红玉, 李芬. 近 50 年中国华南雨涝变化特征分析[J]. 热带气象学报, 2005, 21(1): 87-92.
- [10] 郭锐, 智协飞. 2003 年夏季我国南方大旱天气学背景分析[J]. 南京气象学院学报, 2008, 31(2): 234-241.
- [11] Kite G W. Frequency and risk analyses in hydrology[M]. Colorado: Water Resources Publications, 1988: 372-379.
- [12] Zhi Xiefei. Quasi biennial oscillation in precipitation and its possible application to longterm prediction of floods and droughts over eastern China[J]. Anna lender 1997, 35: 250-252.
- [13] North G R, Bell TL, Ca ha la n R F, et al. Sampling errors in estimation of empirical orthogonal functions(EOF) Mon Wea, Rev., 1982, 110(7): 696-706.
- [14] American Meteorological Society. Meteorological drought: policy statement[R]. American Meteorological Society, 1997: 12-27.
- [15] Felix N K. Global drought watch from space[J]. Bulletin of American Meteorological Society, 1997, 78: 621-636.
- [16] Wenjin Yu, Mingyang Shao, Manliang Ren, et al. Analysis on spatial and temporal characteristics drought of Yunnan Province[J]. Acta Ecologica Sinica, 2013, 33: 317-324.
- [17] Li J P, Wang J. A modified zonal index and its physical sense[J]. Res Lett, 2003, 30(12): 1632-1644.
- [18] 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.
- [19] 姚玉璧, 张存杰, 邓振镛, 等. 气象、农业干旱指标综述[J]. 干旱地区农业研究, 2007, 25(1): 185-189.
- [20] 陈永利, 赵永平, 王凡, 等. 热带太平洋表层海温异常年代际变率及其对中国气候异常的影响[J]. 热带气象学报. 2011, 27(6): 785-798.
- [21] 周波涛, 赵平, 崔绚. 亚洲-太平洋涛动变化与北太平洋海温异常的联系[J]. 科学通报, 2010, 55(1): 74-79.

Correlation between Spring and Summer Drought and Flood in the Yangtze River Basin and Pacific SST

Yu Wenjin¹, Zhang Xiaoling¹, Zhou Hongjian¹, Huang Yilu¹, Qiu Xinfa¹,
Xie Tao¹, Yu Buyun¹ and Zou Xinqing²

(1. Nanjing University of Information and Technology Sciences, Nanjing 210014, China; 2. Key Laboratory of Coast and Island Development of Ministry of Education, Nanjing University, Nanjing 210093, China)

Abstract: According to 50-years meteorological data of the Yangtze River region during 1961-2011 and the corresponding Pacific SST data, by using methods as Z index, EOF, REOF, SVD analysis etc., spring and summer drought and flood characteristics and the correlation between drought and flood events and extreme SST anomalies are discussed. Results show that: ① It is shown in the spatial zoning characteristics of spring and summer drought of Z index of REOF that the accumulative variance contribution rate of 6 modal can reach 61.2% before spring, the convergence speed is relatively flat, and the cumulative variance contribution rate of the six summer mode is lower, only 52.1%. ② Correlated significantly with the variation of flood and drought of winter Pacific SST and the Yangtze River Basin situation: Spring SST and the Yangtze River Basin Z index field SVD the first mode shows significant correlation with El Nino, drought and flood in Yangtze River Basin in Northeast China, when the equatorial eastern Pacific SST increases, the West Pacific SST decreases, the northeast area of the Yangtze River Basin flood, while the Yangtze River area of western area drought, and vice versa. ③ The Summer SST and the Yangtze River Basin Z index field SVD the first modal, showed that the distribution of Pacific SST distribution shows the main north-south, when the equatorial eastern Pacific SST is higher, the North Pacific SST is lower, the central area of the Yangtze River Basin Flood in summer. And vice versa. The second mode shows, Global SST distribution El Nino type, Middle East Pacific is negative correlation, while in the West Pacific is significantly negative correlation.

Key words: Z index; Yangtze River Basin; flood and drought; SST anomaly