

# 广东北江流域前汛期降水与全球海温 及遥相关的相关性研究

刘占明, 陈子燊

(中山大学地理科学与规划学院水资源与环境系, 广东 广州 510275)

**摘要:**以广东北江流域18测站1965~2007年的月降水数据为基础,统计发现该区域降水前汛期突出,后汛期不明显,年内降水呈明显的“单峰型”分布。Mann-Kendall趋势检验表明,4月、5月降水主要呈下降趋势,6月降水主要呈上升趋势。考虑到前期海温及遥相关指数对降水具有预测性的指示意义,本文将流域前汛期各月份降水经验正交函数(EOF)分析的第一模态时间系数与同期及前期1~12月全球海温及10种遥相关指数进行时滞相关。结果发现影响前汛期各月降水的海温异常关键区并不局限于广东近海,各月的海温异常关键区、遥相关指数及其影响时段存在较大差异。海温异常关键区面积各月均表现为负相关海域大于正相关海域;4月、5月正相关海域主要分布在南半球,6月正相关海域主要分布在北太平洋海域;有些海区在滞后0~12月均与前汛期降水相关显著。研究有助于减少广东北江流域前汛期降水预报的不确定性,为指导工农业生产及防灾减灾提供一定的科学依据,也可为研究区域气候变化规律及其影响因素提供一种思路。

**关键词:**前汛期降水;全球海表温度;遥相关指数;时滞相关;广东北江流域

**中图分类号:**P467 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-0690(2014)10-1239-08

中国华南地区(广东、广西、福建、海南)一年内降水主要集中在4~9月,并且呈“双峰型”分布,“双峰”即对应4~6月的前汛期和7~9月的后汛期,前汛期峰值出现在6月,后汛期峰值出现在8月<sup>[1,2]</sup>。然而在华南地区范围内的个别地区降水年内分布有所不同。本文对广东北江流域(图1)进行研究,发现该区域前汛期降水突出,峰值出现在5月,后汛期降水不突出,呈明显的“单峰型”分布。前汛期降水持续时间长,强度大,往往造成洪涝,危害甚大。因此,对前汛期降水的研究显得十分重要。

占地球表面积三分之二以上的海洋是驱动大气运动能量的直接供应者和调节器,又是大气中水汽的主要来源。海洋的热力和动力学特性又使它使它对大气变化具有一种独特的“记忆功能”和“低通滤波作用”。有研究指出<sup>[3]</sup>:海温异常的区域和量值不要求很大,所引起的感热量值也不大,但却是气候异常的一个重要的触发因子。因此海洋热状况的变化和海气相互作用一直被认为是引起全

球气候变化的一个非常重要的因素。以前涉及广东北江流域前汛期降水与海温关系的研究<sup>[4,5]</sup>,都是把该区域嵌套在华南地区尺度范围内且仅限于中国近海;至于为什么只研究近海海温与降水的关系,并没有给出具体明确的原因;在时间上都是把前汛期4、5、6月作为一个整体与海温进行相关性研究。本文试着从全球海域角度研究海表温度与广东北江流域前汛期各月份降水的关系,研究中发现影响前汛期降水的海温异常关键区并不仅仅局限于近海,并且发现影响前汛期不同月份降水的海温异常关键区和关键时段存在较大差异。

由于气候变化原因复杂,制约因素众多,不同区域原因不尽相同,为了寻求其变化规律及影响因素,近年来国内外专家学者对各种遥相关现象与全球气候变化的关系做了大量研究<sup>[6-19]</sup>。也有学者对遥相关现象与中国气候变化的关系做了一些研究<sup>[10-19]</sup>,并发现这些遥相关现象与气候变化关系密切。然而,这些遥相关现象与广东北江流域前

收稿日期:2013-05-24; 修订日期:2013-08-16

基金项目:国家自然科学基金项目(41371498)和2009年广东省水利创新研究项目(2009-41)资助。

作者简介:刘占明(1979-),男,河南信阳人,博士生,主要从事随机水文学研究。E-mail:liuzhanming177@163.com

通讯作者:陈子燊,教授。E-mail: eesczs@mail.sysu.edu.cn

汛期降水之间关系的研究尚未出现,本文试着进行这一研究,以寻求它们之间可能存在的联系。

北江发源于南岭山系,源头深入江西、湖南边境,全长约 582 km,贯穿广东省北部和中部,是珠江水系第二大支流。北江流域位于 111.82°E~114.97°E, 23.12°N~25.69°N 之间,流域面积约  $4.7 \times 10^4 \text{ km}^2$  (其中广东境内约  $4.3 \times 10^4 \text{ km}^2$ ) (图 1)。本文着重研究了前期及同期全球海温变化及各种遥相关现象与广东北江流域前汛期各月份降水的关系,以减少该区域前汛期降水预报的不确定性,为指导工农业生产及防灾减灾提供一定的科学依据,也可为研究区域气候变化规律及其影响因素提供一种思路。

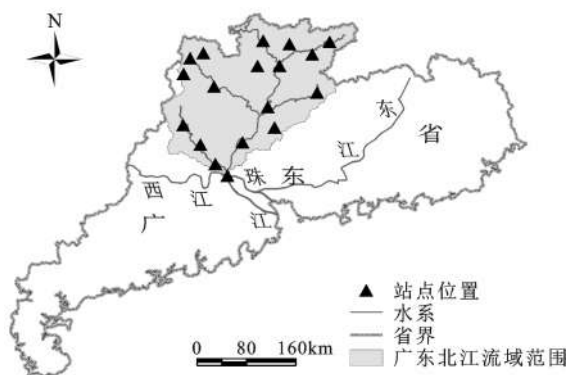


图 1 广东北江流域及文中所用站点位置

Fig.1 The position of Beijiang River Basin and distribution of stations

## 1 数据来源与研究方法

### 1.1 数据来源

选用的数据资料包括 3 部分,一是广东北江流域分布较均匀且没有经历站点变更的 18 测站(图 1)1965 年 1 月~2007 年 12 月的月降水数据。二是美国国家大气海洋局(NOAA)发布的 1964~2007 年 1 月平均全球海表温度(sea surface temperature, SST)资料(ERSST-V2)<sup>[20]</sup>,空间分辨率为  $2^\circ$  纬度  $\times 2^\circ$  经度;并在此基础上根据 Saji 等<sup>[21]</sup>对印度洋偶极子的定义,将赤道印度洋西部( $50^\circ\text{E} \sim 70^\circ\text{E}$ ,  $10^\circ\text{S} \sim 10^\circ\text{N}$ )区域平均海表温度距平减去东部( $90^\circ\text{E} \sim 110^\circ\text{E}$ ,  $10^\circ\text{S} \sim 0^\circ$ )区域平均海表温度距平,计算了 1964 年 1 月~2007 年 12 月印度洋偶极子指数(IOD)。三是本文所用的遥相关指数[北极涛动(AOI)、北大西洋涛动(NAO)、太平洋-北美型(PNA)、西太平洋型(WP)、东

太平洋/北太平洋涛动(EP/NP)、北方涛动(NOI)、南方涛动(SOI)、Nino3SST、南极涛动(AAOI)]取自美国国家大气海洋局(NOAA)气候预测中心(CPC)网站,AAOI 序列长度为 1979 年 1 月~2007 年 12 月,其它指数序列长度均为 1964 年 1 月~2007 年 12 月。

### 1.2 EOF 分析及时滞相关分析

为便于分析,首先利用气象水文学研究中被广泛使用的经验正交函数(EOF)法对流域 1965~2007 年前汛期各月份降水场进行分析,从表 1 可看出,各月份第一模态方差贡献率均在 63% 以上,说明流域前汛期各月份降水变化的全区一致性较高,因此使用各自对应的第一模态时间系数(PC1)就能够代表流域前汛期各月降水的变化。考虑前期海温和遥相关指数对前汛期降水具有预测性的指示意义,本文将流域前汛期各月份 PC1 与同期和前期 1~12 月全球逐个格点的海温及各种遥相关指数进行相关,以寻求影响流域前汛期降水的关键海区、遥相关指数及其关键影响时段。由于南极涛动指数(AAOI)序列始于 1979 年 1 月,因此流域前汛期降水与其进行同期和前期 1~12 月相关分析时所取时间段为 1980~2007 年,从该时间段前汛期降水场 EOF 分析结果(表 2)来看,各月份第一模态方差贡献率均在 61% 以上,这也说明全区一致性较高,各自第一模态时间系数(PC1)能够代表流域前汛期各月降水的变化,因此在与 AAOI 进行时滞相关分析时采用流域 1980~2007 年前汛期各月降水 EOF 分析的第一模态时间系数。

表 1 1965~2007 年前汛期降水 EOF 前 4 模态对总方差贡献率(%)

Table 1 Percentage of contribution to whole variance of the first four models of EOF in the first rainy season of 1965-2007 (%)

月份	第一模态	第二模态	第三模态	第四模态
4 月	64.30	11.61	7.28	3.00
5 月	63.40	8.05	5.48	4.47
6 月	67.53	9.37	4.82	3.71

表 2 1980~2007 年前汛期降水 EOF 前 4 模态对总方差贡献率(%)

Table 2 Percentage of contribution to whole variance of the first four models of EOF in the first rainy season of 1980-2007 (%)

月份	第一模态	第二模态	第三模态	第四模态
4 月	72.70	8.04	4.48	3.43
5 月	61.09	9.48	7.05	6.28
6 月	69.48	8.33	5.22	3.50

## 2 结果与分析

### 2.1 流域各月平均降水量统计

根据流域18站1965~2007年月降水量资料统计,前汛期降水量平均约为795.84 mm(4、5、6月降水量分别为229.67 mm、292.33 mm、273.84 mm)占全年降水量(约1736.18 mm)的45.84%。从年内分布(图2)来看,前汛期降水突出,峰值出现在5月,后汛期降水不突出,呈明显的“单峰型”分布。

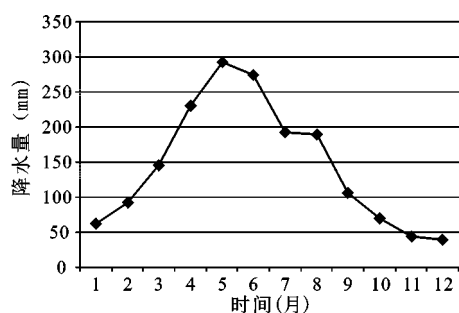


图2 广东北江流域1965~2007年各月平均降水量  
Fig.2 Average monthly precipitation of 1965~2007 in Beiji River Basin of Guangdong Province

### 2.2 变化趋势分析

采用 Mann-Kendall 趋势检验法<sup>[22]</sup>对1965~2007年广东北江流域前汛期降水的年际变化趋势进行分析。本文以置信水平 $\alpha=0.1$ 即 $|Z_{\alpha/2}|=1.28$ 为界分为显著增加、不显著增加、显著减少和不显著减少4类。4月降水(图3)分别有9站、7站、2站为显著下降、不显著下降、不显著上升,5月降水(图略)分别有5站、11站、2站为显著下降、不显著下降、不显著上升,6月降水(图略)分别有2站、9站、7站为显著上升、不显著上升、不显著下降;由此可得出,广东北江流域1965~2007年间4月、5月降水主要呈下降趋势,6月降水主要呈上升趋势。

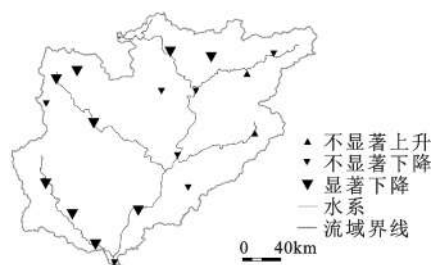


图3 广东北江流域4月降水Mann-Kendall趋势检验  
Fig.3 Trends identified of the precipitation in April by Mann-Kendall

### 2.3 前汛期降水与全球海表温度时滞相关分析

为了寻求影响广东北江流域前汛期降水的关键海区及关键时段,本文将流域1965~2007年前汛期各月降水EOF分析的第一模态时间系数PC1与同期和前期1~12月全球逐个格点的海温进行时滞相关,统计出相关性通过了0.05显著性检验( $r=0.304, n=43$ )的海温格点,并把集中连片分布( $\geq 10$ 个)的显著相关格点所在海域作为关键海域。为方便统计关键海区及关键时段(显著相关时段),本文用 ArcGIS 9.3 软件将13个月(同期及前期1~12月,即PC1滞后海温0~12月,滞后0月为同期,下同)的关键海区进行叠加(图4、图5、图6),统计出的关键海区及关键时段见表3、表4、表5。

#### 2.3.1 影响流域4月份降水的关键海区及关键时段

结合图4a可以看出,与4月降水显著正相关的关键海域有澳大利亚西侧和南侧海域(具体经纬度范围及关键时段见表3,下同)、东南太平洋、西北印度洋、北大西洋海域。其中澳大利亚西侧、南侧海域,东南太平洋海域范围较大。正相关即该海域SST偏高(偏低)时,广东北江流域降水偏多(偏少)。

与4月降水显著负相关的关键海域(图4b、表3)范围较大,主要有西北太平洋、赤道北太平洋、西南太平洋、南大西洋中部、赤道大西洋中部-几内亚

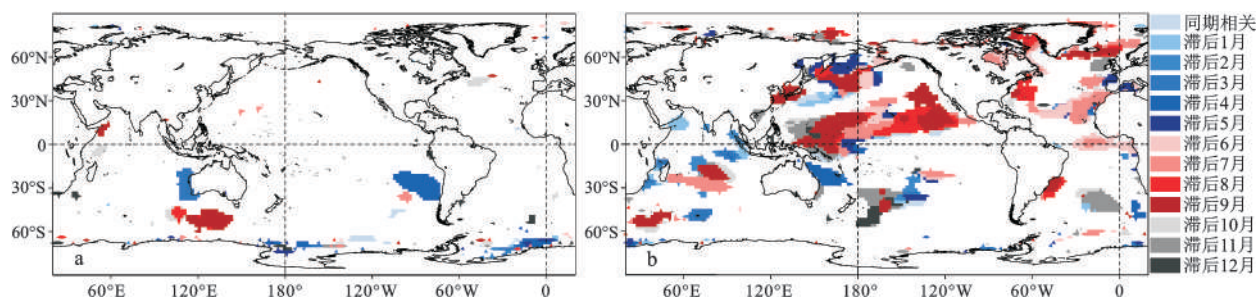


图4 1965~2007年4月降水与同期及前期全球SST显著相关(通过0.05置信度)的海区(a为正相关,b为负相关)

Fig.4 The sea areas of significant correlation between the precipitation in April and the same period and early global SST in 1965-2007



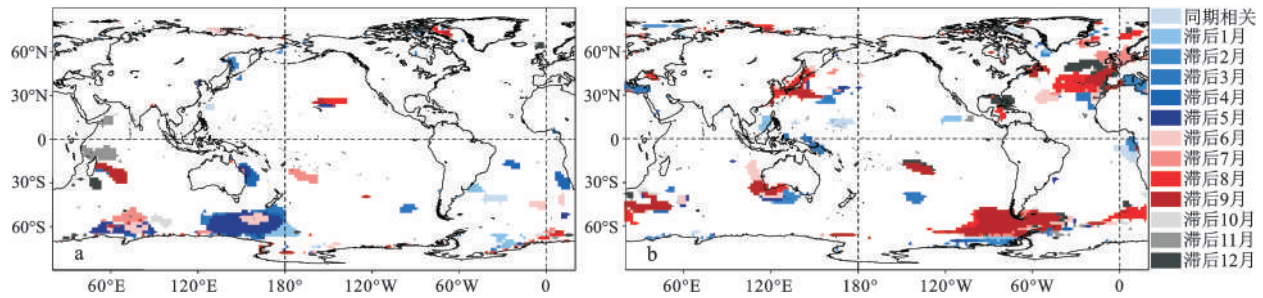


图5 1965~2007年5月降水与同期及前期全球SST显著相关(通过0.05置信度)的海区(a为正相关,b为负相关)

Fig.5 The sea areas of significant correlation between the precipitation in May and the same period and early global SST in 1965-2007

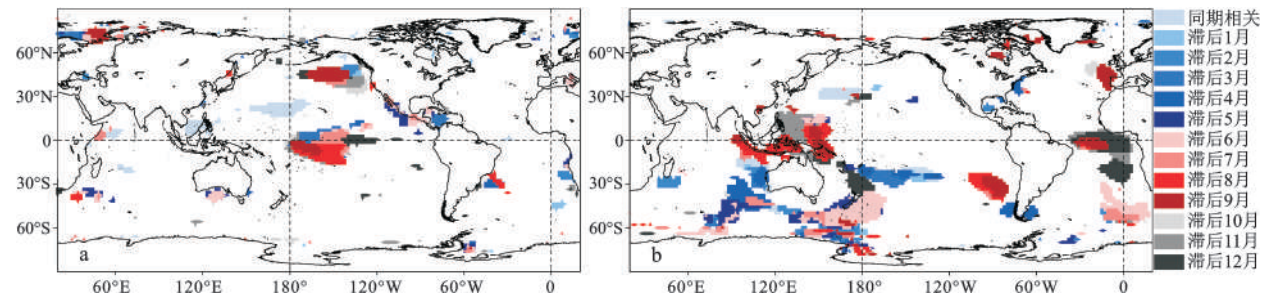


图6 1965~2007年6月降水与同期及前期全球SST显著相关(通过0.05置信度)的海区(a为正相关,b为负相关)

Fig.6 The sea areas of significant correlation between the precipitation in June and the same period and early global SST in 1965-2007

表3 影响广东北江流域4月降水的关键海区及关键时段统计

Table 3 The statistics of key region and key period of influences the precipitation in April in Beijiang River Basin of Guangdong Province

正相关	负相关
滞后2~3月: 澳大利亚西侧海域(108°E~116°E, 18°S~38°S); 滞后8~10月: 澳大利亚南侧海域(100°E~140°E, 46°S~56°S); 滞后3、4、7月: 东南太平洋海域(102°W~74°W, 22°S~38°S); 滞后9~10月: 西北印度洋海域(50°E~56°E, 12°N~8°S)、北大西洋海域(54°W~40°W, 42°N~48°N)。	滞后0~12月: 西北太平洋(124°E~166°W, 28°N~56°N)、赤道北太平洋(136°E~116°W, 22°N~4°S)、西南太平洋(176°W~228°W, 20°S~54°S); 滞后3~4月、10~11月: 澳大利亚东侧海域(154°E~170°E, 18°S~34°S); 滞后8~11月: 东西伯利亚海(152°E~170°E, 72°N~78°N); 滞后8~9月: 巴西南部(52°W~40°W, 24°S~36°S); 滞后10~11月: 南海北部(108°E~114°E, 16°N~20°N)、南大西洋中部(24°W~2°W, 32°S~46°S); 滞后6~7月: 赤道大西洋中部-几内亚湾(28°W~10°E, 4°N~4°S); 滞后2~7月: 北大西洋东部(44°W~10°W, 18°N~46°N); 滞后7~9月: 格陵兰海-挪威海(30°W~2°E, 62°N~84°N); 滞后5~9月: 哈德逊湾-巴芬湾(90°W~56°W, 56°N~76°N); 滞后7~10月: 美国东侧大西洋(74°W~58°W, 26°N~44°N); 滞后0~3月: 北印度洋东部(苏门答腊岛西侧)(88°E~102°E, 6°N~10°S); 滞后1~3月、7~11月: 南印度洋中部(64°E~92°E, 14°S~32°S); 滞后1~3月: 莫桑比克海域(34°E~44°E, 12°S~28°S); 滞后9~10月: 非洲东南侧海域(28°E~50°E, 48°S~58°S); 滞后1月: 阿拉伯海西部(52°E~60°E, 10°N~16°N)。

表4 影响广东北江流域5月降水的关键海区及关键时段统计

Table 4 The statistics of key region and key period of influences the precipitation in May in Beijiang River Basin of Guangdong Province

正相关	负相关
滞后0~6月: 澳大利亚东南侧海域(122°E~178°W, 50°S~66°S); 滞后2~7月、10~11月: 南印度洋海域(52°E~96°E, 52°S~64°S); 滞后3~4月、9~12月: 印度洋中西部(42°E~68°E, 6°S~32°S); 滞后0~1月: 巴西南侧大西洋海域(52°W~32°W, 34°S~42°S); 滞后8~9月: 赤道北太平洋海域(158°W~138°W, 26°N~28°N); 滞后3、4、5、7月: 澳大利亚东侧海域(154°E~160°W, 22°S~30°S); 滞后10~11月: 阿拉伯海(54°E~62°E, 10°N~16°N); 滞后0月: 台湾岛东侧太平洋海域(126°E~130°E, 20°N~24°N); 滞后2~3月: 鄂霍茨克海西部(144°E~146°E, 48°N~56°N)。	滞后2~9月: 西北太平洋海域(122°E~164°E, 26°N~48°N)、澳大利亚西侧(104°E~116°E, 16°S~40°S)、南侧海域(118°E~136°E, 34°S~44°S); 滞后1月: 南海南部(112°E~118°E, 6°N~14°N); 滞后0~12月: 南美洲南侧海域(106°W~36°W, 48°S~70°S); 滞后3、9、12月: 南太平洋中部(148°W~130°W, 16°S~44°S); 滞后1~3: 地中海海域(4°E~34°E, 34°N~42°N); 滞后6~12: 北大西洋东部(44°W~6°E, 32°N~60°N); 滞后8月、12月: 墨西哥湾-加勒比海(88°W~76°W, 16°N~30°N); 滞后8~11: 非洲南侧海域(8°E~46°E, 38°S~58°S)。

表5 影响广东北江流域6月降水的关键海区及关键时段统计

Table 5 The statistics of key region and key period of influences the precipitation in June in Beijiang River Basin of Guangdong Province	
正相关	负相关
滞后0~12月:赤道中太平洋(180°W~128°W、8°N~16°S)、东北太平洋海域(164°W~128°W、36°N~50°N)、欧洲北侧海域(12°E~68°E、70°N~78°N);	滞后0、1、11、12月:西北太平洋海域(152°E~174°W、28°N~36°N);
滞后0月:南海南部-菲律宾东侧海域(108°E~126°E、4°N~12°N),赤道北太平洋(160°E~168°W、16°N~26°N),赤道印度洋西部(48°E~62°E、2°N~6°N);	滞后5~11月:澳大利亚北侧太平洋海域(120°E~160°E、16°N~14°S);
滞后3~7月、11~12月:墨西哥西南侧(112°W~92°W、10°N~24°N)、加勒比海域(86°W~74°W、10°N~20°N);	滞后0~7月:澳大利亚东侧(172°E~132°W、18°S~30°S)、东南侧海域(130°E~166°W、40°S~66°S),澳大利亚西侧(90°E~114°E、12°S~36°S)、西南侧海域(72°E~112°E、38°S~64°S);
滞后5~8月:马达加斯加岛南侧海域(30°E~50°E、34°S~42°S);	滞后7~12月:赤道南大西洋(30°W~4°E、4°N~24°S);滞后2~7月:东南大西洋(14°W~16°E、34°S~56°S);
滞后5~6月:澳大利亚南侧海域(124°E~136°E、36°S~42°S);	滞后9~10月:欧洲西侧大西洋(24°W~8°W、38°N~52°N);
滞后4月、8月:巴西南侧海域(46°W~34°W、24°S~32°S)。	滞后7~9月:东南太平洋(106°W~80°W、24°S~40°S);马达加斯加岛西南侧海域(92°E~112°E、2°N~14°S);
	滞后4月:美国东侧海域(76°W~70°W、34°N~42°N),南美洲南端东西两侧海域(82°W~62°W、44°S~52°S)。

湾、北大西洋周边海域、南印度洋中部、澳大利亚东侧海域、巴西南侧海域、苏门答腊岛西侧海域、阿拉伯海西部、东西伯利亚海、南海北部。其中,西北太平洋(124°E~166°W、28°N~56°N)、赤道北太平洋(136°E~116°W、22°N~4°S)、西南太平洋(176°W~228°W、20°S~54°S)海域在滞后0~12月均与4月降水显著负相关。南海北部(108°E~114°E、16°N~20°N)在滞后10~11月与4月降水显著负相关。负相关即该海域SST偏高(偏低)时,广东北江流域降水偏少(偏多)。

2.3.2 影响流域5月份降水的关键海区及关键时段

结合图5a、表4可以看出,澳大利亚东侧及东南侧海域、南印度洋海域、印度洋中西部、赤道北太平洋、阿拉伯海、台湾岛东侧、巴西南侧及南大西洋零散分布海域等海温变化与5月降水显著正相关。其中,澳大利亚东南侧海域、以马达加斯加岛为中心的印度洋中西部海域范围较大,台湾岛东侧(126°E~130°E、20°N~24°N)海域海温变化与广东北江流域5月降水同期正相关显著。

与5月降水显著负相关的海域(图5b、表4)有西北太平洋海域、澳大利亚西侧及南侧海域、南海南部、南美洲南侧、北大西洋东部-地中海、墨西哥湾-加勒比海等。其中,北大西洋东部-地中海、西北太平洋海域、南美洲南侧海域范围较大,南美洲南侧海域(106°W~36°W、48°S~70°S)在滞后0~12月均与5月降水显著负相关。南海南部(112°E~118°E、6°N~14°N)海域在滞后1月与5月降水显著负相关。

2.3.3 影响流域6月份降水的关键海区及关键时段

结合图6a、表5可以看出,与6月降水显著正

相关的海域有赤道中太平洋、东北太平洋、欧洲北侧海域、南海南部-菲律宾东侧海域、赤道北太平洋、印度洋西部、墨西哥西南侧-加勒比海域、澳大利亚南侧、巴西南侧等海域。其中,赤道中太平洋、东北太平洋、赤道北太平洋海域范围较大;赤道中太平洋(180°W~128°W、8°N~16°S)、东北太平洋海域(164°W~128°W、36°N~50°N)、欧洲北侧海域(12°E~68°E、70°N~78°N)海温变化在滞后0~12月均与6月降水显著正相关;南海南部-菲律宾东侧海域(108°E~126°E、4°N~12°N)海温变化与6月降水同期正相关显著。

西北太平洋海域、澳大利亚北侧太平洋海域、澳大利亚东侧及东南侧海域、澳大利亚西侧及西南侧海域、东南太平洋、东南大西洋、赤道南大西洋、欧洲西侧大西洋海域等与6月降水显著负相关。总体来看与6月降水显著负相关的海域(图6b、表5)主要集中在以澳大利亚大陆为中心的太平洋、印度洋海域及南大西洋海域。

综合以上分析,可以看出影响广东北江流域前汛期降水的海温异常关键区(显著相关海区)并不仅仅局限于广东近海,影响各月份降水的海温异常关键区和关键时段存在较大差异。从海温异常关键区面积来看,4、5、6月均表现为负相关海域多于正相关海域;4月和5月正相关海域主要分布在南半球,6月正相关海域主要分布在北太平洋海域;有些海区在滞后0~12月均与流域前汛期降水显著相关;涉及华南地区近海的集中连片海域主要有南海、台湾岛东侧海域、菲律宾东侧海域。



## 2.4 前汛期降水与遥相关指数的时滞相关分析

为了寻求显著影响流域前汛期降水的遥相关指数及其时滞关系,本文将流域前汛期各月降水 EOF 分析的第一模态时间系数 PC1 与同期和前期 1~12 月的 10 种遥相关指数进行时滞相关,统计出相关性通过了 0.1 显著性检验(AAOI 样本数为 28,  $r$  临界值为 0.323 3;其余 9 种遥相关指数样本数为 43,  $r$  临界值为 0.257 3)的遥相关指数。

从图 7a 可以看出,与流域 4 月份降水显著相关的遥相关指数有 AOI(滞后 1 月、12 月,均为负相关)、NAO(滞后 11 月,正相关)、WP(滞后 4、7 月为负相关,滞后 5 月为正相关)、PNA(滞后 1、5、6 月,均为正相关)和 AAOI(滞后 7 月,负相关)。

从图 7b 可以看出,与流域 5 月份降水显著相关的遥相关指数有 AOI(同期及滞后 11 月,均为负相关)、NAO(滞后 2 月,负相关)、EP/NP(滞后 3 月,正相关)、PNA(滞后 6 月,均为正相关)、IOD(滞后 2~3 月,负相关)和 AAOI(滞后 4、7、12 月,负相关)。

从图 7c 可以看出,与流域 6 月份降水显著相关的遥相关指数有 NAO(滞后 1 月,负相关)、WP(同期及滞后 3 月,均为负相关)、PNA(滞后 3 月,正相关)、NOI(同期正相关,滞后 1 月、12 月为负相关)、SOI(滞后 2、8、10、11、12 月,均为负相关)、Nino 3 SST(6、7、8、12 月,均为正相关)、IOD(滞后 7~8 月,正相关)和 AAOI(滞后 7 月,负相关)。

综合以上统计分析可以看出,遥相关指数 PNA、AAOI、NAO 与 4、5、6 月降水均有显著相关关系,其中,PNA 均为正相关,AAOI 均为负相关;与 5、6 月降水显著相关的遥相关指数,其相关性多表现为负相关。

## 3 结论与讨论

着重研究了前期 1~12 月及同期全球海温变化及各种遥相关现象与广东北江流域前汛期各月份降水的关系,得到以下结论:

1) 流域前汛期降水突出,峰值出现在 5 月,后汛期降水不明显,降水年内分布呈明显的“单峰型”分布。Mann-Kendall 趋势检验表明,1965~2007 年间 4 月、5 月降水主要呈下降趋势,6 月降水主要呈上升趋势。

2) 影响广东北江流域前汛期降水的海温异常关键区并不仅仅局限于广东近海,影响前汛期

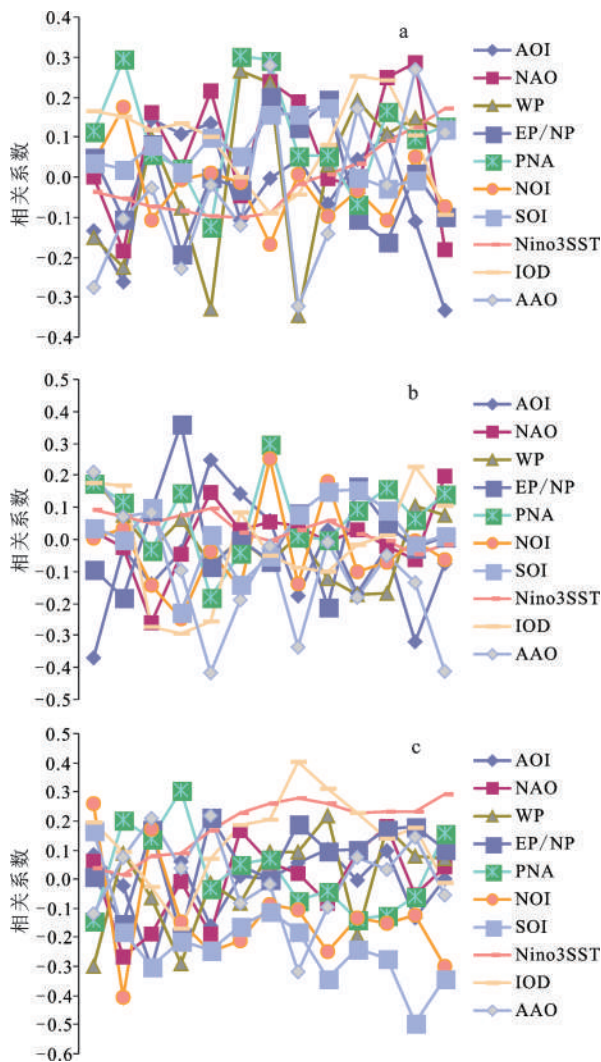


图 7 前汛期降水 EOF 分析 PC1 与遥相关指数的时滞相关系数

Fig.7 Correlation coefficients between PC1 of EOF analysis in the first rainy seasonal precipitation and teleconnection indices

不同月份降水的海温异常关键区存在较大差异。从海温异常关键区面积来看,4、5、6 月均表现为负相关海域多于正相关海域;4 月和 5 月正相关海域主要分布在南半球,6 月正相关海域主要分布在北太平洋海域;4 月负相关海域北半球居多,主要集中在北太平洋及北大西洋周边海域,在西南太平洋、南大西洋中部、南印度洋中部也有较大面积分布,5 月负相关海域主要集中在北大西洋东部-地中海、西北太平洋、南美洲南侧、澳大利亚西侧及南侧海域,6 月负相关海域主要集中在以澳大利亚大陆为中心的太平洋、印度洋海域及南大西洋海域。

3) 影响前汛期各月降水的海温异常关键区

所对应的关键时段存在较大差异。其中,西北太平洋( $124^{\circ}\text{E}\sim 166^{\circ}\text{W}$ 、 $28^{\circ}\text{N}\sim 56^{\circ}\text{N}$ )、赤道北太平洋( $136^{\circ}\text{E}\sim 116^{\circ}\text{W}$ 、 $22^{\circ}\text{N}\sim 4^{\circ}\text{S}$ )、西南太平洋( $176^{\circ}\text{W}\sim 228^{\circ}\text{W}$ 、 $20^{\circ}\text{S}\sim 54^{\circ}\text{S}$ )海域在滞后 0~12 月均与 4 月降水显著负相关。南美洲南侧海域( $106^{\circ}\text{W}\sim 36^{\circ}\text{W}$ 、 $48^{\circ}\text{S}\sim 70^{\circ}\text{S}$ )在滞后 0~12 月均与 5 月降水显著负相关。赤道中太平洋( $180^{\circ}\text{W}\sim 128^{\circ}\text{W}$ 、 $8^{\circ}\text{N}\sim 16^{\circ}\text{S}$ )、东北太平洋海域( $164^{\circ}\text{W}\sim 128^{\circ}\text{W}$ 、 $36^{\circ}\text{N}\sim 50^{\circ}\text{N}$ )、欧洲北侧海域( $12^{\circ}\text{E}\sim 68^{\circ}\text{E}$ 、 $70^{\circ}\text{N}\sim 78^{\circ}\text{N}$ )海温变化在滞后 0~12 月均与 6 月降水显著正相关。

4) 涉及华南地区近海的集中连片海域有南海、台湾岛东侧海域、菲律宾东侧海域,具体为南海北部( $108^{\circ}\text{E}\sim 114^{\circ}\text{E}$ 、 $16^{\circ}\text{N}\sim 20^{\circ}\text{N}$ )在滞后 10~11 月与 4 月降水显著负相关,台湾岛东侧海域( $126^{\circ}\text{E}\sim 130^{\circ}\text{E}$ 、 $20^{\circ}\text{N}\sim 24^{\circ}\text{N}$ )海温变化与广东北江流域 5 月降水同期正相关显著,南海南部( $112^{\circ}\text{E}\sim 118^{\circ}\text{E}$ 、 $6^{\circ}\text{N}\sim 14^{\circ}\text{N}$ )海域在滞后 1 月与 5 月降水显著负相关,南海南部-菲律宾东侧海域( $108^{\circ}\text{E}\sim 126^{\circ}\text{E}$ 、 $4^{\circ}\text{N}\sim 12^{\circ}\text{N}$ )海温变化与 6 月降水同期正相关显著。

5) 影响流域前汛期各月份降水的遥相关指数及关键时段也存在较大差异。综合分析发现遥相关指数 PNA、AAOI、NAO 与 4、5、6 月降水均有显著相关关系,其中,PNA 均为正相关,AAOI 均为负相关;与 5、6 月降水显著相关的遥相关指数,其相关性多表现为负相关。

可以根据以上相关海区海表温度和遥相关指数的研究结果对广东北江流域前汛期降水进行预报,并建立具体的预报模型。以上研究主要基于统计学的角度进行分析讨论,并未涉及大气环流变化等动力学机制,这对我们了解其具体的物理过程是不够的,这些工作都有待于进一步的研究。

## 参考文献:

- [1] 陈绍东,王谦,钱永甫.江南汛期降水基本气候特征及其与海温异常关系初探[J].热带气象学报,2003,19(3):260~268.
- [2] 吴尚森,梁建茵.华南前汛期旱涝时空分布特征[J].热带气象,1992,8(1):87~92.
- [3] 王谦,钱永甫.1991 年太平洋海温异常对降水影响的数值试验[J].南京气象学院学报,1995,18(2):200~205.
- [4] 马慧,陈桢华,姜丽萍,等.华南前汛期降水与我国近海海温的 SVD 分析[J].热带气象学报,2009,25(2):241~245.
- [5] 邓立平,王谦.华南前汛期(4~6 月)降水异常特征及其与我国近海海温的关系[J].热带气象学报,2002,18(1):45~55.
- [6] Thompson D W J,Wallace J M,Gabriele C. Annular modes in the extra-tropical circulation, Part II: Trends. J. Climate, 2000,13(5):1018-1036.
- [7] Cavazos T. Using self-organizing maps to investigate extreme climate events: An application to wintertime precipitation in the Balkans. Journal of Climate, 2000,13:1718-1732.
- [8] Thompson D W J,Wallace J M. Regional climate impacts of the Northern Hemisphere annular mode[J]. Science, 2001,293:85-89.
- [9] Saji N H, Yamagata T. Possible impacts of Indian Ocean Dipole mode events on global climate[J]. Climate Research, 2003,25(2):151-169.
- [10] 龚道溢,王绍武. 近百年 ENSO 对全球陆地及中国降水的影响[J]. 科学通报,1999,44(3):315~320.
- [11] 信忠保,谢志仁,王文. 宁夏降水变化及其与 ENSO 事件的关系[J]. 地理科学,2005,25(1):49~55.
- [12] 龚道溢,王绍武. 近百年北极涛动对中国冬季气候的影响[J]. 地理学报,2003,58(4):559~568.
- [13] 庞洪喜,何元庆,卢爱刚,等. 欧亚春季雪盖对印度洋偶极子的影响[J]. 地理科学,2006,26(6):682~686.
- [14] 李红军,江志红,刘新春,等. 阿克苏河径流变化与北大西洋涛动的关系[J]. 地理学报,2008,63(5):491~501.
- [15] 赵珊珊,周天军,杨修群,等. 热带印度洋偶极子与中国夏季年际气候异常关系的年代际变化[J]. 气象学报,2009,67(4):549~560.
- [16] 薛红喜,孟丹,吴东丽,等. 1959-2009 年宁夏极端温度阈值变化及其与 AO 指数相关分析[J]. 地理科学,2012,32(3):380~385.
- [17] 金大超,管兆勇,蔡佳熙,等. 近 50 年华东地区夏季异常降水空间分型及其与遥相关的联系[J]. 大气科学,2010,34(5):947~961.
- [18] 王林,陈文,冯瑞权,等. 北太平洋涛动的季节演变及其与我国冬春气候异常的联系[J]. 大气科学,2011,35(3):393~402.
- [19] 何芬,赖绍钧,高建芸,等. 南极涛动对福建前汛期降水的预测意义[J]. 气象,2012,38(4):432~437.
- [20] Smith T M, Reynolds R W. 2004. Improved extended reconstruction of SST (1854-1997)[J]. J. Climate, 17:2466-2477.
- [21] Saji N H, Goswami B N, Vinayachandran P N, et al. A dipole mode in the tropical Indian Ocean[J]. Nature, 1999,401:360-363.
- [22] Khaled H Hamed. Trend detection in hydrologic data: The Mann-Kendall trend test under the scaling hypothesis. Journal of Hydrology, 2008,349:350-363.

## Correlational Study Between the Precipitation in the First Rainy Season in Guangdong Beijiang River Basin and the Global SST and Teleconnections

LIU Zhan-ming, CHEN Zi-shen

*(Department of Water Resource and Environment of Geography and Planning School,  
Sun Yat-sen University, Guangzhou, Guangdong 510275, China)*

**Abstract:** Statistics show that there was more precipitation in the first rainy season (April, May, June), but the second rainy seasonal (July, August, September) precipitation is usually not obvious, and the yearly variation of precipitation is obvious unimodal distribution, base on the monthly precipitation data of 18 stations in Guangdong Beijiang river basin from 1965 to 2007. The precipitation in April and May were mainly downward trend, but mainly upward trend in June from 1965 to 2007 by Mann-Kendall test. Based on the significance of early sea surface temperature (SST) and teleconnection indices to the prediction of precipitation, the paper analyses the correlation between the PC1 of EOF in the first rainy seasonal precipitation and the same period and early one to twelve months globe SST and 10 teleconnection indices. The results showed that SST anomaly key areas are not only distributed in China's neighboring seas; SST anomaly key areas and teleconnection indices and its key periods are larger differences among months in first rainy season. SST anomaly key area of all months showed that sea areas of negative correlation are bigger than the positive correlation. The positive correlational sea areas of April and May are mainly distributed in the southern hemisphere, while June mainly distributed in the North Pacific Ocean. The negative correlational sea areas of April mainly distributed in northern hemisphere; and the negative correlational sea areas of May mainly distributed in the East Atlantic-the Mediterranean Sea, northwest Pacific Ocean, South America's southern waters, Australia's western and southern waters; while June mainly distributed in Australia-centered sea areas. Some sea areas are significantly related to the first rainy seasonal precipitation at the same time and lag one to twelve months. The statistics showed that precipitation in the first rainy season correlated significantly with PNA, AAOI and NAO; and PNA was positive correlation, AAOI was negative correlation. Most of the teleconnection indices that correlated significantly with precipitation in May and June were negative correlation. This study will help to reduce the uncertainty of the first rainy seasonal precipitation forecasts in Guangdong Beijiang River Basin, and to provide a scientific basis for the guidance of industrial and agricultural production and the disaster prevention and mitigation, but also to provide a way for the study of regional climate change and its influencing factors.

**Key words:** the precipitation in the first rainy season; the globe SST; teleconnection indices; the time-lag correlation; Guangdong Beijiang River Basin