

文章编号: 2096-1618(2018)04-0448-08

# 2010年夏季长江中下游持续性异常降水低频特征分析

周可, 王伟, 任晓珏

(成都信息工程大学大气科学学院 四川省高原大气与环境重点实验室, 四川 成都 610225)

**摘要:**针对2010年7月一次长江中下游持续性异常降水过程,利用NCEP/NCAR FNL(Final)提供的水平分辨率为 $1.0^{\circ} \times 1.0^{\circ}$ 的逐日4次再分析资料和中国气象局提供的地面气象观测站逐日降水资料,采用Lanczos带通滤波、离散功率谱分析、相关分析等方法研究了其时空特征、低频系统的环流特征和传播特征。结果表明:长江中下游异常降水过程持续时间长达11 d,2010年7月5–15日,降水带位于整个长江区域,中心位于江西、湖北和安徽省的交界处,降水量高达573 mm。造成此次持续性异常降水的主要原因是冷暖空气交汇,降水发生时,新疆附近中高层存在一低频反气旋加强中心,该低频反气旋北部的西北气流与位于中国东北地区附近气旋的南侧气流汇合,为此次过程提供了西北冷空气,西太平洋东南暖湿气流为持续性降水的产生维持提供了充足的水汽条件。同时分析了2010年夏季长江中下游地区经向风和纬向风的低频振荡传播特征,在此次持续性异常降水过程中低频特征显著,尤其是纬向风场,从7月初到7月中旬存在显著的一次自东向西的低频输送,低频信号中心出现在7月10日左右位于长江中下游附近。说明气象要素的低频振荡及传播在这次长江中下游持续性异常降水过程中有着重要作用。

**关键词:**气象学;低频振荡;长江中下游;持续性异常降水

**中图分类号:**P458.1<sup>+</sup>21

**文献标志码:**A

**doi:**10.16836/j.cnki.jcuit.2018.04.015

## 0 引言

江淮流域是中国旱涝灾害多发地之一,主要发生在6–8月<sup>[1–2]</sup>。导致形成持续性异常降水的原因很多,天气和气候机制复杂,不同尺度系统的共同作用会导致持续性异常降水过程。大气环流异常是影响中国夏季旱涝的一个十分重要因素。曹鑫等<sup>[3–4]</sup>分析了中国南方低频降水的大尺度环流背景,指出长江流域低频降水过程受到中国东部低频反气旋的影响,形成降水的主要水汽来源是孟加拉湾及中国南海地区。甘晶晶等<sup>[5]</sup>在江淮流域持续性暴雨的研究中发现江淮流域持续性暴雨的中期信号主要集中在对流层上部和平流层下部。缪启龙等<sup>[6]</sup>分析了几种气象要素,研究500 hPa环流、6–7月与长江中下游降水之间的联系,认为位势高度场、纬向风、东亚500 hPa经向风和垂直速度场都影响了长江中下游地区的降水,6–7月长江中下游与500 hPa环流密切相关。

大气季节内振荡是大气环流中的一个关键系统,称小于一个季度但是大于10 d以上的大气振荡为低频振荡,同时也称季节内振荡。Madden等<sup>[7–8]</sup>在使用坎特岛1957–1967年的逐日观测资料中发现了热带地区的气象要素变化存在40~50 d的振荡周期。研究表明大气低频振荡与降水有密切的联系,江淮流域降水也存在显著低频振荡特征<sup>[9–10]</sup>。研究发现,低频振

荡从南海北传与江淮流域夏季暴雨相关<sup>[11]</sup>。李崇银等<sup>[12]</sup>对观测资料的分析表明,江淮地区夏季降水呈现明显的低频变化,大气环流的分析表明大气低频振荡在江淮流域旱涝年有显著性差异。李桂龙等<sup>[13]</sup>对江淮流域夏季旱涝进行分析表明,大气低频振荡对江淮流域旱涝起重要作用。Yang Hui等<sup>[14]</sup>分析研究了江淮地区严重旱涝的20~70 d大气季节内振荡特征,得出结论严重降水偏多(较少)年分别对应长江中下游地区及其以北的中高纬度地区会出现强(弱)的大气季节内振荡。黄静等<sup>[15]</sup>分析了大气低频振荡与长江流域旱涝相关的低频环流场的分布和区别,认为低频风场在长江流域旱涝年有很大的区别。

在全球变暖背景下,长江中下游因持续的异常降水引起洪水导致灾害更为严重频繁,给国民的生命和经济造成巨大的损失,对生活生产造成了影响。以往研究低频振荡关注点主要集中在30~60 d周期,针对持续性异常降水时间的持续时间主要集中在10 d左右的特点,文中从10~30 d周期的低频振荡出发,对2010年的夏季长江中下游持续性异常降水事件做个例分析,讨论研究其低频特征,以期对延伸期降水预报提供一定的理论依据。

## 1 资料介绍

采用美国环境预报中心(NCEP)的FNL(Final)逐日4次再分析资料,使用要素包括水平纬向风分量、经

收稿日期:2018-03-10

基金项目:国家自然科学基金资助项目(41005034);公益性行业(气象)科研专项资助项目(GYHY201506001)

向风分量、位势高度场、水平分辨率为 $1.0^{\circ}\times1.0^{\circ}$ 。参考张秀丽等<sup>[16]</sup>使用的长江中下游范围划分,选取 $28^{\circ}\text{N}\sim31^{\circ}\text{N}$ , $110^{\circ}\text{E}$ 以东 69 个代表测站的逐日降水资料,资料来自中国 824 个地面气象观测站及自动站观测资料集。主要通过 Lanczos 带通滤波提取了 10~30 d 低频振荡分量、离散功率谱分析、相关分析等方法讨论 2010 年的夏季长江中下游持续性异常降水低频特征。

## 2 2010 年长江中下游持续性异常降水时空特征

夏季(6~8 月)长江中下游地区 7 d 内逐日平均降水量大于 10 mm 超过 5 d 的降水过程认为是持续性异常降水。若 7 d 后连续 2 d 没有出现超过 10 mm 的降水,视为

这次异常降水过程结束;若仍有超过 10 mm 的降水出现,则直到连续 2 d 没有超过 10 mm 的降水出现为止。

图 1(a)为 2010 年 6~8 月长江中下游地区 69 个站点的日平均降水图,从图中可以看出这期间有几次降水过程,逐日平均降水量超过 10 mm 有 10 d,是一次持续性异常降水过程,日均降水量最高在 7 月 11 日达到 42 mm。其他几次超过 10 mm 较大的降水过程分别出现在 6 月 7~9 日、6 月 17~20 日、8 月 16~19 日。而由图 1(b)可知 2010 年夏季降水有 10~30 d 显著振荡周期,同时还存在 30~60 d,60~90 d 振荡。在日常生活和经济效益方面,对 10~30 d 的预报准确率的要求比较高,所以主要将关注点放在 10~30 d 周期的季节内振荡的特征分析上。

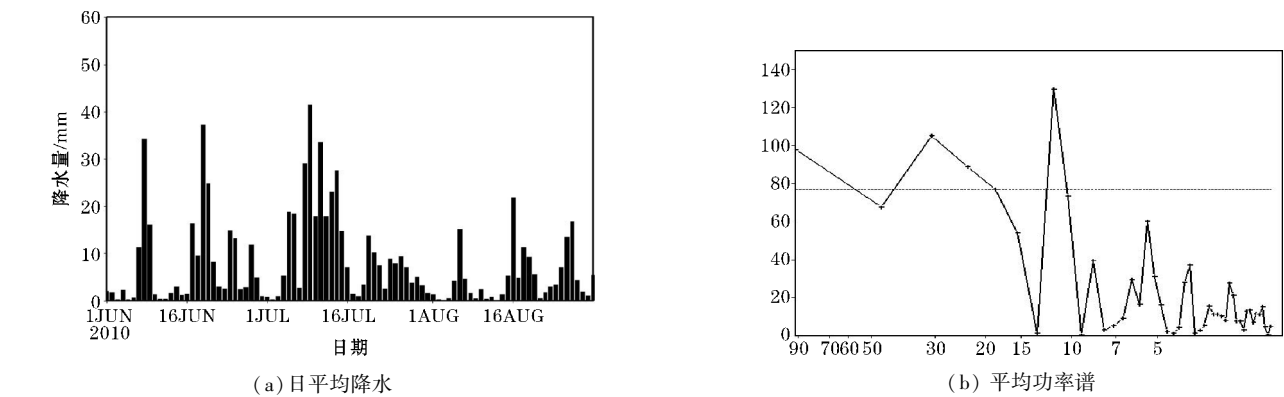


图 1 2010 年 6~8 月长江中下游地区 69 个站点日平均降水及平均功率谱

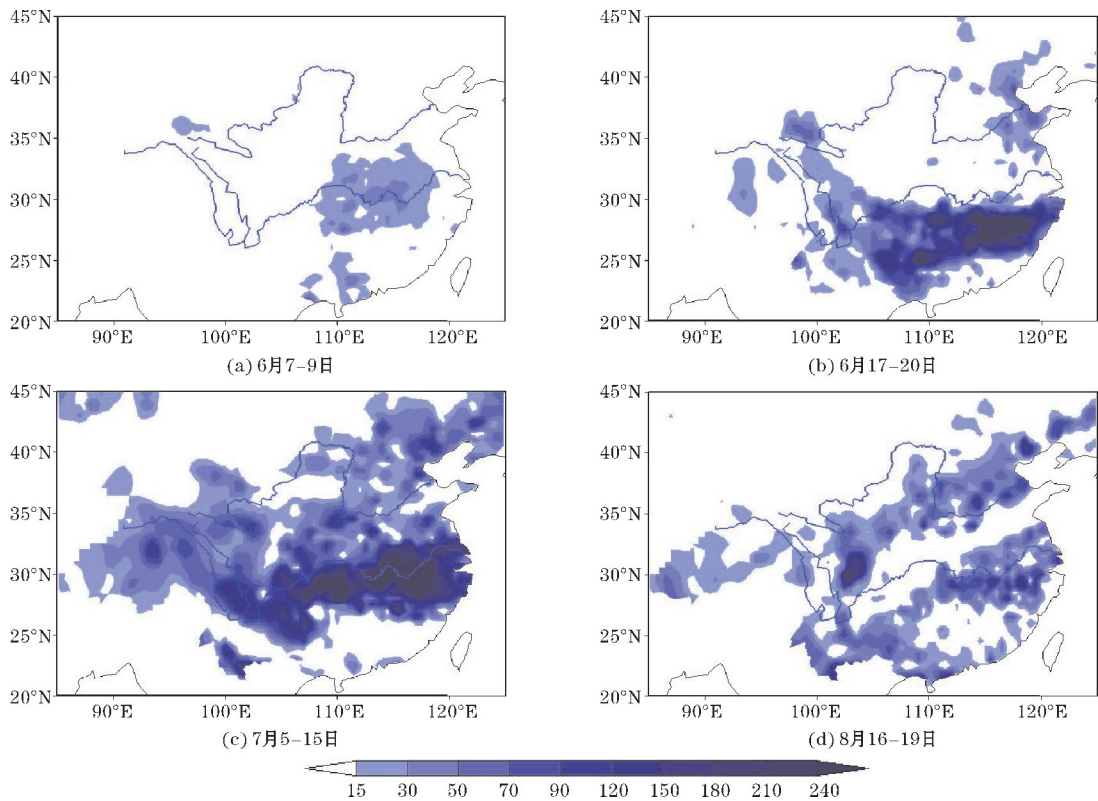


图 2 2010 年 4 次日均降水量超过 10 mm 的空间降水量合成图

2010年4次日均降水量超过10 mm的异常日期为:6月7-9日、6月17-20日、7月5-15日和8月16-19日。由图2知,6月7-9日的降水主要是集中在华中地区,长江中下游区域是降水的大值区,降水最大值区位于湖南达到142 mm。6月17-20日的降水范围集中分布在华南地区,降水中心在长江中下游以南地区位于江西和福建交界处,中心最大值为384 mm。7月5-15日的异常降水过程持续了11 d,对11 d的降水量进行合成可以看到降水范围较大,除西北部分地区和南部部分地区,其他地方都有降水发生。降水中心覆盖长江中下游地区,其最大值在江西、湖北和安徽省交界处达到573 mm。8月16-19日的降水分布范围较大但是比较分散,与其他3次降水过程相比,此次降水中心并不在长江中下游地区而是在四川,降水最大值为220 mm。

2010年7月5-15日前后异常降水持续11 d,是降水总量最多的一次异常降水过程。同样以异常降水

开始时作为第0天,由图3知,第-15天时降水最大值出现在江西,降水强度较强,范围覆盖了华南部分地区,主要包括湖南、广西等,降水中心最大值为174 mm。第-10天时降水中心向南移动且降水强度和范围减小,到达福建、广东地区,中心最大值为78 mm。第-5天时只有小范围的降水分布在云南、四川和宁夏等地,中心最大值为52 mm。异常降水开始的第0天,降水覆盖了整个长江区域,降水都超过10 mm,降水中心最大值出现在安徽和浙江的交界处,同时还有一个降水中心在四川和重庆的交界处,降水中心最大值为95 mm。第5天时降水范围扩大,长江中下游区域的降水中心位置不变仍是在安徽和浙江交界处,降水强度有所加强,中心最大值达到158 mm。当异常降水开始后的第13天的时候,长江中下游持续性异常降水过程已经结束,可以看到在长江中下游区域已经没有超过10 mm的降水,降水最大值出现在陕西、四川交界处,中心最大值为149 mm。

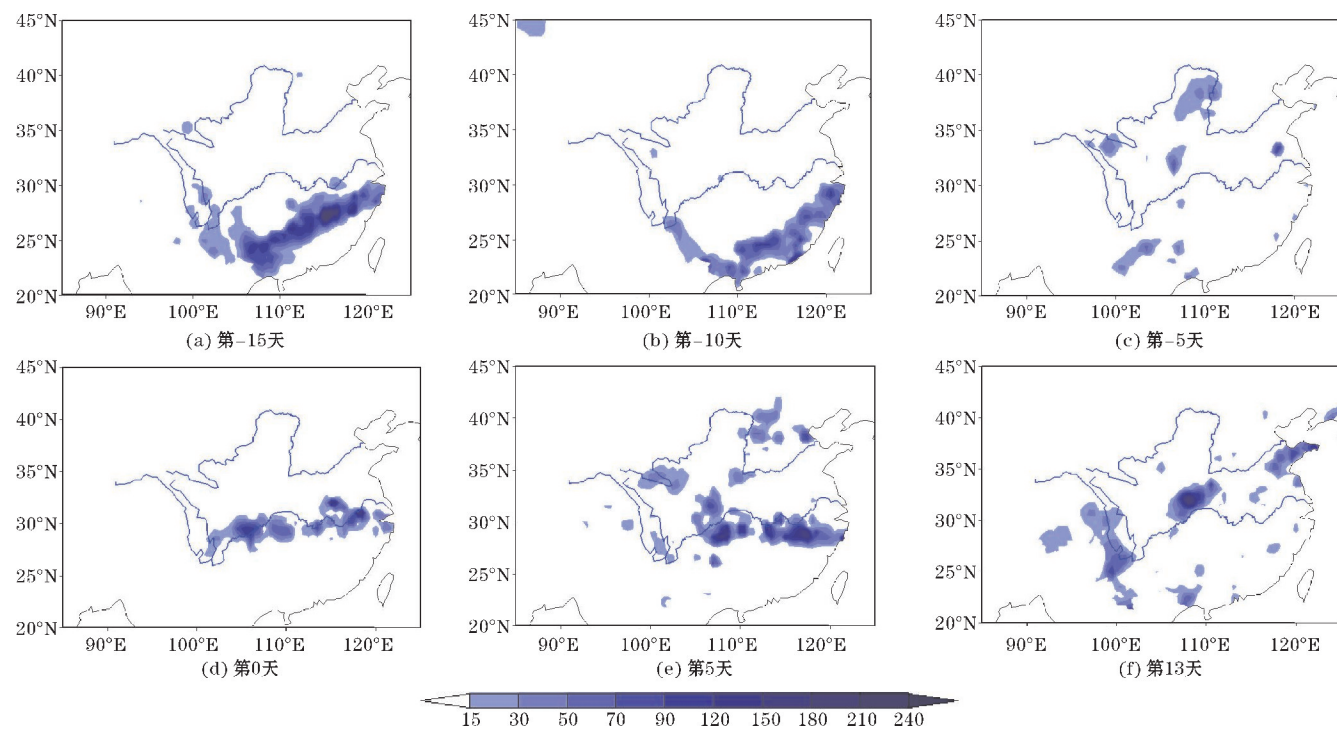


图3 2010年7月5-15日前后异常降水分布图

### 3 2010年持续性异常降水发生前后低频环流特征

#### 3.1 200 hPa 和 500 hPa 低频风场

图4为在2010年7月5日开始长江中下游持续性异常降水发生前后200 hPa经过10~30 d滤波的低频风场分布图。可以看到,在长江中下游持续性异常

降水发生第-15天时,东北地区有一强大的低频气旋中心,其西侧的西西伯利亚平原上有一低频反气旋中心,两气旋中间还有一较弱的低频气旋,中心位于陕西附近。还有一低频气旋中心位于里海附近35°N的地区。第-10天时,位于华北的低频气旋中心向西南方向移动至华中地区,西西伯利亚平原的低频反气旋中心增强东移,中心至贝加尔湖附近115°E附近。位于里海附近的低频气旋中心向东北方向移动取代了原位于西西伯利亚平原的低频反气旋中心,在千岛群岛附



近出现了一个气旋中心。第-5天时华中地区的气旋中心已经减弱消亡,贝加尔湖的低频反气旋南下中心在黄海附近形成一个很强的反气旋中心,位于千岛群岛的低频气旋中心南移至太平洋上。第0天时,新疆附近中高层存在一低频反气旋加强中心,该低频反气旋北部的西北气流与位于中国东北地区附近气旋的南侧气流汇合,为此次过程提供了西北冷空气,西太平洋

东南暖湿气流为持续性降水的产生维持提供了充足的水汽条件。到了第5天时,新疆附近的低频反气旋已经消亡,东北地区的低频气旋南移,中心至黄海附近,其南侧偏西北气流影响了这次持续性异常降水。第10天时持续性异常降水过程结束,黄海附近的低频气旋消亡,在贝加尔湖附近有个低频气旋中心,华中地区有一个很弱的低频反气旋。

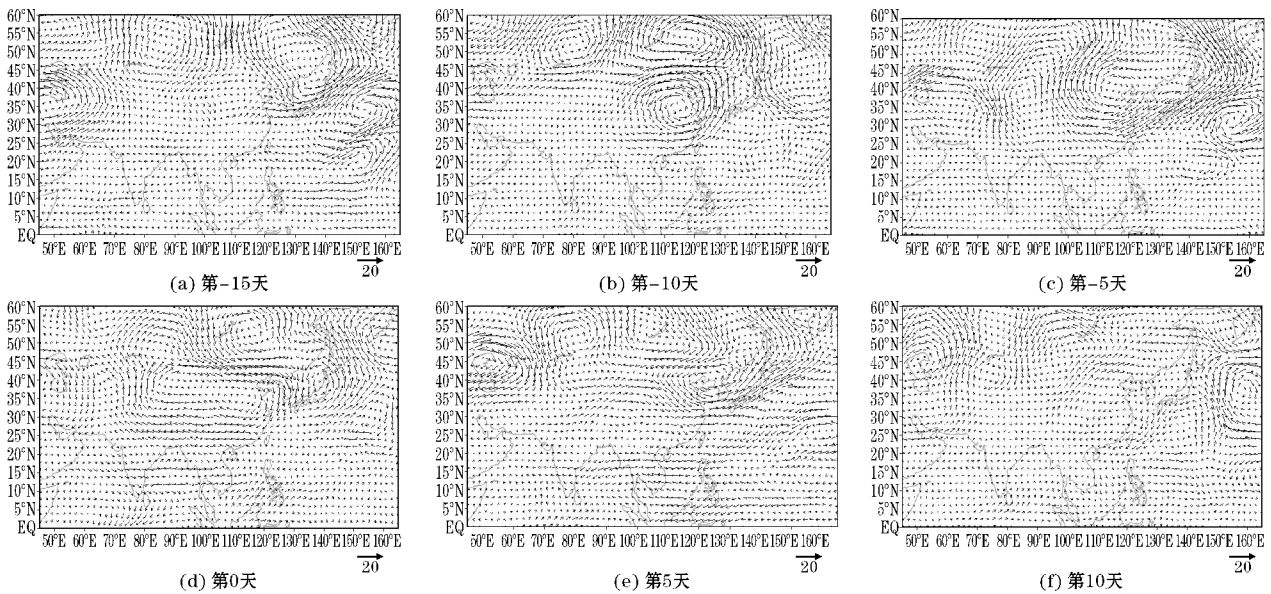


图4 2010年7月5日长江中下游持续性异常降水发生前后200 hPa低频风场分布图

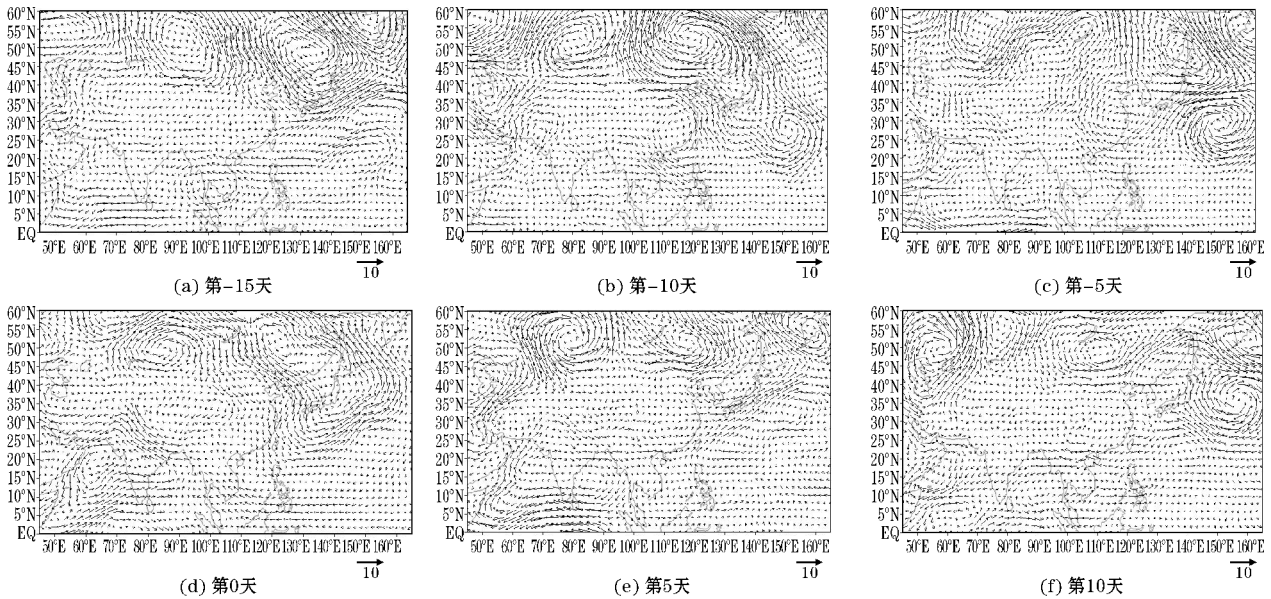


图5 2010年7月5日长江中下游持续性异常降水发生前后500 hPa低频风场分布图

进一步分析长江中下游持续性异常降水前后15 d 500 hPa经10~30 d滤波的低频风场分布图(图5)。可以看到第-15天时,除了中国东北地区的低频气旋中心,西西伯利亚平原上的低频反气旋中心外,在孟加拉湾附近还有一个低频气旋。第-10天时与200 hPa低频风场相比,华中地区的气旋较弱,在西太平洋上还有

一反气旋中心。第-5天时形势与200 hPa相似,到第0天长江中下游区域主要受到中心在黄海附近的低频气旋的南侧偏北气流控制,该反气旋与200 hPa相比,其南侧边缘发展到了南海附近。异常降水发生后的第15天环流形式同样与200 hPa相似。

### 3.2 200 hPa 和 500 hPa 低频位势高度场

图6为在2010年7月5日开始长江中下游持续性异常降水发生前后15 d的200 hPa经过10~30 d滤波的低频位势高度场分布图。由图可知,在长江中下游持续性异常降水开始时,从西到东呈高低压交替分布,里海附近有一低频低压中心,西伯利亚为低频高压中心,中国东北地区附近有一低频低压中心,太平洋地区还有一低频高压中心,其南侧有一低频低压中心。第-10天时东北的低频低压中心南移到华中地区,西伯利亚的低频高压中心南移到贝加尔湖附近加强,其西侧还有一低频低压中心。第-5天时贝加尔湖东部地区至日本地区为低频高压控制,西侧新疆地区有一低频低压中心,东侧西太平洋上也有一低压中心,呈

“负-正-负”分布,形势不利于冷空气南下,长江中下游区域为低频高压控制,与降水间歇期对应。到了持续性异常降水开始的时候形势发生了转变,以上3个区域转为“正-负-正”分布,与之前的位势高度场相反,使冷空气入侵中国,长江中下游以北为低压,南侧受到弱高压控制,冷暖空气交汇,造成了此次持续性异常降水。降水发生第5天时,低频低压向西发展控制了整个华北地区,而副热带高压维持在华南地区,使充足的水汽向长江中下游输送。第10天时长江中下游地区被低频高压控制,不利于持续性降水的维持,这次持续性异常降水过程结束。到第15天时日本附近存在低频高压中心,华北地区为低频低压控制且有向南移动的趋势。

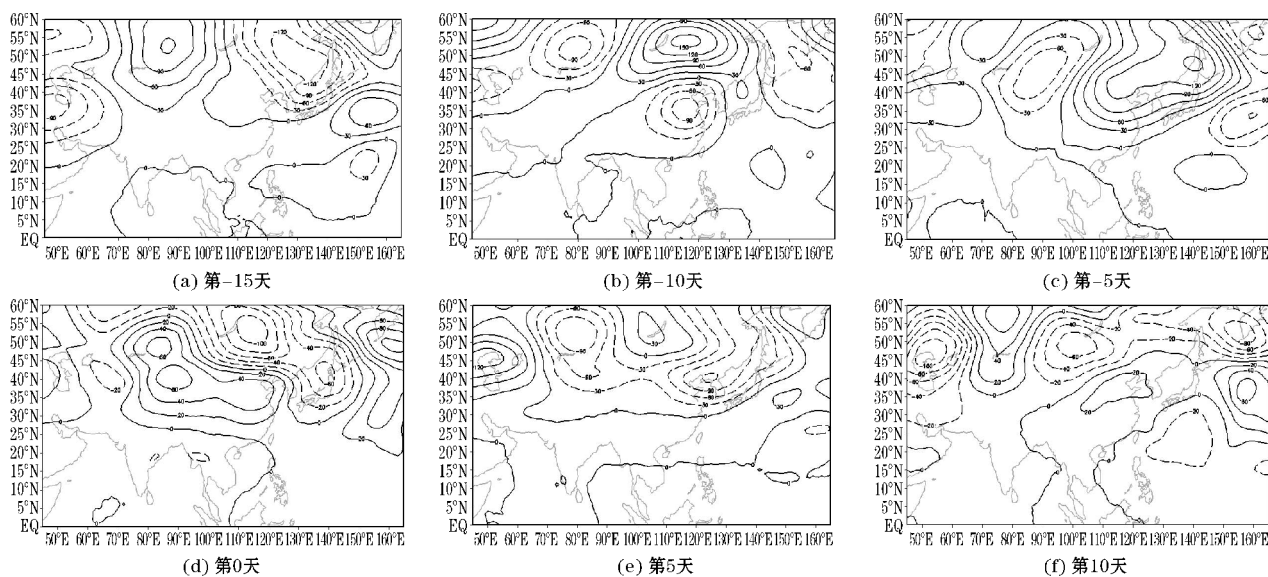


图6 2010年7月5日长江中下游持续性异常降水发生前后200 hPa低频位势高度图

同样分析500 hPa经过10~30 d滤波的低频位势高度场分布图(图7)。分析得出在第-15天时,500 hPa的位势高度场分布和200 hPa基本一致。第-10天时东北地区附近的低频高压向东南延伸到了西太平洋地区,华南地区有一个较弱的低频低压。第-5天时位势高度形势同样由“负-正-负”转为“正-负-正”,在降水开始的第0天相比200 hPa,500 hPa的新疆附近的低频低压范围和贝加尔湖附近的低频高压范围都向西移,边缘达到了长江中下游地区,所以暖气团在长江中下游附近交汇,可能是对这次长江中下游降水有一定影响。异常降水开始后第5天新疆附近又转为低频低压,贝加尔湖附近转为低频高压且二者强度都有所减弱。第10天中南地区主要受到副热带高压的影响。

### 3.3 700 hPa 低频经向风

研究700 hPa的低频经向风的变化特征(图8)。

第-15天时长江中下游地区有一个较弱的低频南风中心,贝加尔湖至中国东北地区有一个低频北风中心。第-10天的时候在内蒙古附近有一低频南风中心,在西太平洋上有一低频北风中心控制了长江中下游地区。第-5天时中国东北地区为低频北风控制,而西南地区为低频南风控制。而当持续性异常降水开始的时候可以看到在黄海有一低频南风中心,蒙古有一低频北风中心,来自北方的冷空气和来自南方的暖空气在长江中下游地区交汇对这次异常降水产生了影响。第5天时黄海的低频南风中心和蒙古的低频北方中心风速都减小且中心向东北方向移动。第10天时长江中下游已经不受低频南风和低频北风的影响,对应了异常降水过程结束,中国范围内只存在几个很弱的低频南风和低频北风中心。



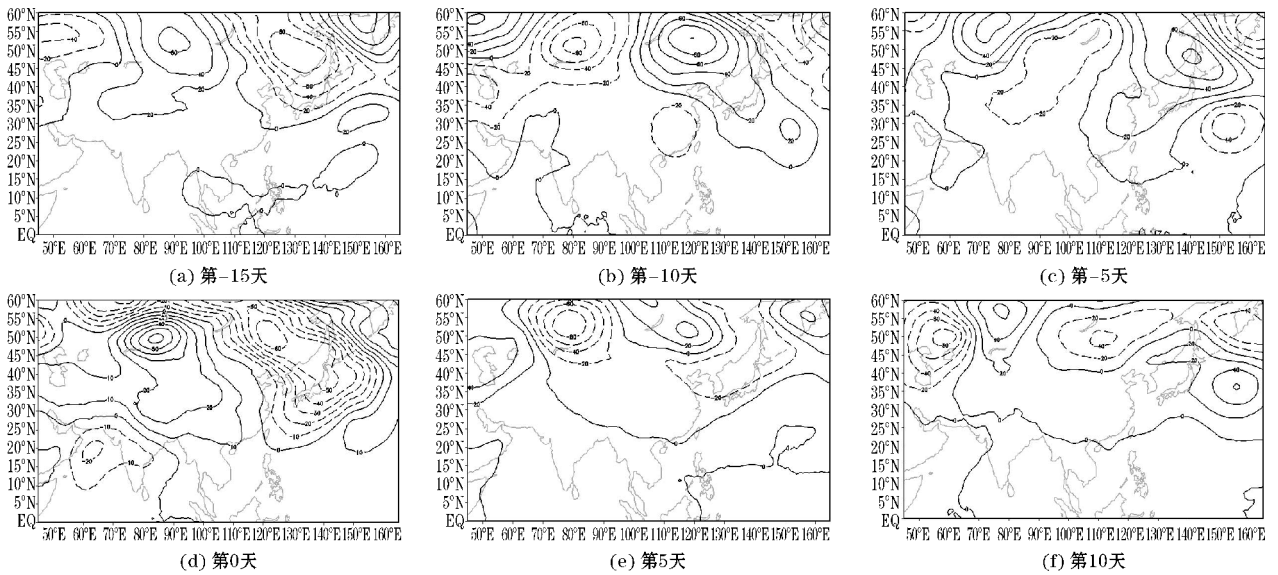


图7 2010年7月5日长江中下游持续性异常降水发生前后500 hPa低频位势高度图

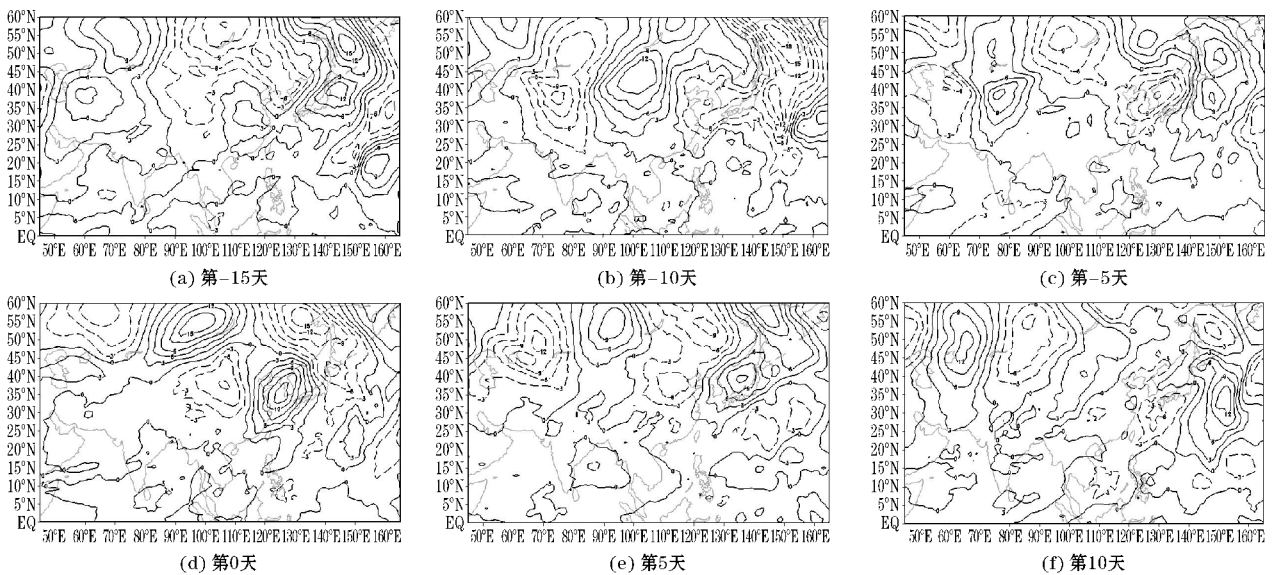


图8 2010年7月5日长江中下游持续性异常降水发生前后的700 hPa低频经向风图

## 4 2010年夏季低频经向风和纬向风的纬向传播特征

### 4.1 200 hPa 低频经向风和纬向风

图9分别为2010年经10~30 d滤波的200 hPa纬向风和经向风沿25°N~40°N平均的时间-经度剖面,图9(a)中可以看到在200 hPa的纬向风在纬向传播上,6月上旬在75°E有一个振荡正值区快速向东移动并加强,在6月中旬达到140°E的西太平洋附近地区形成一个低频振荡中心之后继续向东移最终达到160°E,之后在7月上旬向西移动在长江中下游地区附近加强形成一个正的低频振荡中心。继续向西移动,在7月下旬振荡东移,强度有所加强,再次在

140°E附近形成一个很强的低频振荡中心。

图9(b)给出了200 hPa经向风的时间-经度剖面图。6月上旬分别在70°E附近和130°E~140°E附近有正的低频振荡中心。70°E附近的低频振荡中心向东移动到青藏高原地区后分别向东向西增强,在60°E和长江中下游地区成了两个低频振荡中心。7月上旬有低频振荡中心在长江中下游以西地区生成并向西传播,到达青藏高原西部后又向东移动。7月中旬长江中下游生成了一个强度较强的低频振荡中心并向东移动,7月下旬在青藏高原地区生成了低频振荡中心向东向西移动并增强,向西到60°E附近地区生成低频振荡中心,向东在青藏高原东部生成一个较强的低频振荡中心后,东移在长江中下游地区附近形成分支又分别向东向西移动强度增强。向西移动的低频振荡于8月中旬到达50°E附近的地区形成低频振荡中心,向东移动的低

频振荡在8月上旬在西太平洋形成较强的低频振荡中心。8月下旬低频振荡中心在长江中下游地区生成后同样形成分支向东向西移动。

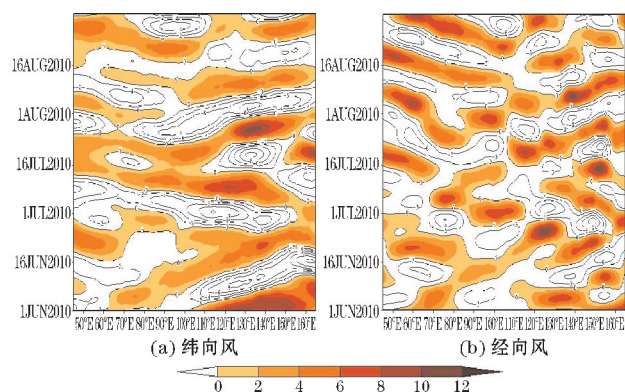


图9 2010年200 hPa沿25°N~40°N平均的时间-经度低频剖面

#### 4.2 500 hPa 低频经向风和纬向风

在500 hPa纬向风的时间-经度剖面(图10a),6月上旬高原西侧为低频振荡的源地向东移动,移动过程中强度增强经过长江中下游地区于6月中下旬达到西太平洋地区。6月下旬还有向东传播的低频振荡在7月上旬经过长江中下游地区并继续向东移动,最终达到150°E的地区之后振荡反向向西移动。7月下旬在165°E附近有一个正的低频振荡中心向西移动在130°E~140°E的西太平洋地区增强形成一个较强的低频振荡中心后继续西移,8月上旬时在长江中下游附近分别向西向东移动,其中向东移动的低频振荡强度加强并在西太平洋形成了一个正的低频振荡中心。

图10(b)给出了500 hPa经向风的时间-经度剖面,6月上旬在70°E和西太平洋地区的低频振荡分别向东向西移动并在青藏高原90°E附近汇合向西移动,其中向西移动的低频振荡在经过长江中下游地区时强度加强。低频振荡传播过程中强度增强,于6月下旬在60°E附近形成正的低频振荡中心。同时6月下旬还有另一个低频振荡有向西移动的特征,在7月上旬经过长江中下游地区,最终在7月下旬达到50°E~60°E附近地区。同时7月上旬在155°E地区生成了低频振荡中心,当这个低频振荡向西移动到长江中下游附近的区域时,产生了低频振荡中心分别向东向西移动的两个分支,向东移动的分支移动过程中强度加强,向西移动的分支到达青藏高原地区又产生了新的分支分别向东向西移动,向东移动的分支在8月初经过长江中下游后继续东移最终达到150°E附近且移动过程中强度加强。8月下旬低频振荡中心于长江中下游地区生成向西移动。

通过分析2010年夏季200 hPa和500 hPa的低频经向风和纬向风的纬向传播特征可以看到在7月上旬对应长江中下游地区有持续性异常降水过程中在纬向

传播上都有经向风和纬向风的10~30 d低频振荡传播在长江中下游附近经过或生成,说明低频经向风和纬向风在这次长江中下游持续性异常降水过程中有着重要作用。

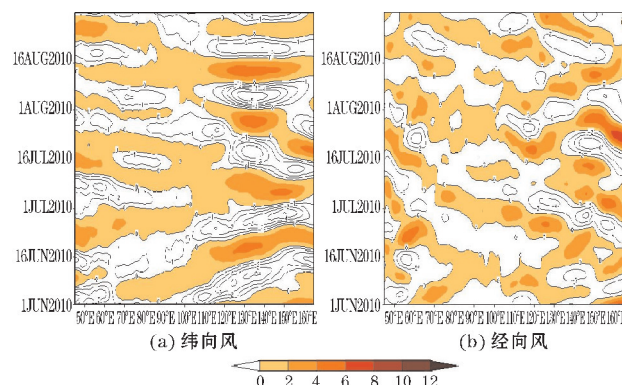


图10 2010年500 hPa沿25°N~40°N平均的时间-经度低频剖面

## 5 结论

(1)2010年夏季长江中下游夏季降水具有显著的10~30 d、30~60 d、60~90 d低频振荡特征,根据持续性异常降水定义,认为7月5-15日是一次持续性异常降水过程,逐日平均降水量超过10 mm有10 d,且降水开始时降水范围覆盖整个长江中下游区域。

(2)造成2010年长江中下游持续性异常降水的主要原因是由于黄海中心位于新疆附近的低频反气旋加强,其低频反气旋北部的西北气流与在中国东北地区附近生成的低频气旋南侧的气流在长江中下游附近汇合给该地区带来了丰富的水汽。冷空气入侵中国,长江中下游以北为低压,南侧受到弱高压控制,且黄海有一低频南风中心,蒙古有一低频北风中心,冷暖空气交汇有利于降水的产生。

(3)从传播方面来看,2010年夏季低频经向风和纬向风在这次长江中下游持续性异常降水过程中有着重要作用。

## 参考文献:

- [1] 叶笃正,黄荣辉. 长江、黄河流域旱涝规律和成因研究[M]. 济南:山东科学技术出版社,1996:387.
- [2] 杨静,钱永甫. 121a梅雨序列及其时变特征分析[J]. 气象科学,2009,29(3):285-290.
- [3] 曹鑫,任雪娟,孙旭光. 江淮流域袭击持续性强降雨的低频特征分析[J]. 气象科学,2013,33(4):362-370.
- [4] 张玉洁,刘寿东,任宏利,等. 中国南方夏季低频雨型特征及其年代际变化研究[J]. 气象学报,2014,72(6):1205-1217.
- [5] 甘晶晶,汤燕冰. 江淮流域持续性暴雨过程的中



- 期信号初析[J]. 浙江大学学报(理学版), 2009, 36(4): 477-486.
- [6] 缪启龙, 吴燕. 长江中下游6-7月降水异常与500 hPa大气环流的关系[J]. 气象与减灾研究, 2009, 32(4): 18-24.
- [7] Madden R D, Julian P. Detection of a 40-50 day oscillation in the zonal wind in the tropical Pacific [J]. Atmos Sci, 1971, 28(5): 702-708.
- [8] Madden R D, Julian P. Description of globe-scale circulation cells in the tropics with a 40-50 day period [J]. J Atmos Sci, 1972, 29(6): 1109-1123.
- [9] Yang Hui, Li Chongyin. The Relation between Atmospheric Intraseasonal Oscillation and Summer Severe Flood and Drought in the Changjiang-Huaihe River Basin [J]. Advances in Atmospheric Sciences, 2003, 20(4): 540-553.
- [10] Yang J, B Wang, Q Bao. Biweekly and 21-30 Day Variations of the Subtropical Summer Monsoon Rainfall over the Lower Reach of the Yangtze River Basin [J]. Climate, 2010, 23, 1146-1159.
- [11] Congwen Z, Wen W. Analysis of the characteristics of 30-60 day low-frequency oscillation over Asia during 1998 SCSMEX [J]. Advances in Atmospheric Sciences, 2001, 18(4): 623-638.
- [12] 李崇银, 杨辉. 大气季节内振荡的活动与江淮流域夏季旱涝 [J]. 湖泊科学, 2003, 15(s1): 16-21.
- [13] 李桂龙, 李崇银. 江淮流域夏季旱涝与不同时间尺度大气扰动的关系 [J]. 大气科学, 1999, 23(1): 39-50.
- [14] Yang Hui, Li Chongyin. The Relation between Atmospheric Intraseasonal Oscillation and Summer Severe Flood and Drought in the Changjiang-Huaihe River Basin [J]. Advances in Atmospheric Sciences, 2003, 20(4): 540-553.
- [15] 黄静, 朱乾根, 李爱武. 与长江流域旱涝相联系的全球低频环流场 [J]. 热带气象学报, 1997 (2): 146-157.
- [16] 张秀丽, 郭品文, 何金海. 1991年夏季长江中下游降水和风场的低频振荡特征分析 [J]. 南京气象学院学报, 2002, 25(3): 388-394.

## Characteristics of Low-frequency of Continuous Abnormal Precipitation in the Middle and Lower Reaches of the Yangtze River in Summer 2010

ZHOU Ke, WANG Wei, REN Xiao-yue

(College of Atmospheric Sciences, Chengdu University of Information Technology, Plateau Atmosphere and Environment Key Laboratory of Sichuan Province, Chengdu 610225, China)

**Abstract:** Based on a continuous abnormal precipitation process in the middle and lower reaches of the Yangtze River in July 2010, four daily reanalysis data provided by NCEP/NCAR FNL (Final) with horizontal resolution of  $1.0^\circ \times 1.0^\circ$  and ground meteorological observations provided by China Meteorological Administration Station daily precipitation data are used. Lanczos band-pass filtering, discrete power spectrum analysis, correlation analysis and other methods are adopted to study its spatial and temporal characteristics, low-frequency system circulation characteristics and propagation characteristics. The results show that the abnormal precipitation process in the middle and lower reaches of the Yangtze River lasted for 11 days, starting from July 5 and ending on the 15th. The precipitation belt is located in the entire Yangtze River region, and the center is located at the junction of Jiangxi, Hubei, and Anhui Provinces, up to 573 mm. The main cause of this continuous abnormal precipitation is the convergence of cold and warm air. At the time of precipitation, there is a low-frequency anticyclone strengthening center in the middle and high-level near Xinjiang. The northwest airstream is in the north of the low-frequency anticyclone and the south side of the cyclone is near the northeastern China region. The convergence of the air flow provided the northwestern cold air for this process. Warm and humid southeastern air flow in the western Pacific provided sufficient water vapor conditions for the maintenance of continuous precipitation. At the same time, the characteristics of low-frequency oscillations of meridional and zonal winds in the middle and lower reaches of the Yangtze River in summer 2010 were analyzed. The characteristics of low-frequency oscillations during the continuous anomalous precipitation process were significant, especially the zonal wind field, from early July to mid-July. There is a significant low-frequency transmission from east to west, and the low-frequency signal center appears around July 10 near the middle and lower reaches of the Yangtze River. It shows that the low-frequency oscillations and propagation of meteorological elements play an important role in the continuous abnormal precipitation in the middle and lower reaches of the Yangtze River.

**Keywords:** meteorology; low-frequency oscillation; middle and lower reach of the Yangtze River; continuous abnormal rain