

张娇,王东勇,朱佳宁,等. 淮河流域持续性强降水的重要前期信号[J]. 气象,2011,37(11):1329-1335.

淮河流域持续性强降水的重要前期信号^{* 1}

张 娇 王东勇 朱佳宁 郑媛媛 姚叶青

安徽省气象台,合肥 230031

提 要: 利用淮河流域 4 省 20—20 时逐日降水量资料, NCEP 再分析 500 hPa 高度场资料, 对 1961—2006 年淮河流域持续性强降水过程进行界定, 并分析了持续性强降水前期、过程中的中高纬度阻塞高压发展变化。结果发现: 平均而言 6 月 29 日至 7 月 25 日为淮河流域降水最集中的时段, 持续性强降水过程大多发生在 6 月中旬到 7 月中旬; 淮河流域持续性强降水的重要前期信号为: 降水开始前一阶段乌拉尔山附近均有明显的阻塞形势出现, 双阻形势居多, 而持续性强降水期间乌拉尔山附近阻高减弱, 贝加尔湖以北到鄂霍茨克海附近的阻高偏强, 单阻居多, 持续性强降水大多开始于乌拉尔山附近阻高指数锐减后的 2~5 天; 持续性强降水年份乌拉尔山附近阻塞高压大多存在 15~30 天左右的主要振荡周期, 绝大多数年份乌拉尔山附近阻塞高压和 180°E 附近阻高在强降水发生之前开始出现西退的现象。淮河流域持续性强降水过程的环流特征对把握淮河流域的强降水特点及预报前兆信号有实际意义, 为淮河流域持续性强降水预报提供了依据, 具有重要的应用价值。

关键词: 淮河流域, 持续性强降水, 阻高, 低频振荡

The Precursor Signals of Persistent and Strong Precipitation Along the Huaihe River Valley

ZHANG Jiao WANG Dongyong ZHU Jianing ZHENG Yuanyuan YAO Yeqing

Anhui Meteorological Observatory, Hefei 230031

Abstract: By analyzing the daily precipitation data of four provinces along the Huaihe River Valley, and the reanalysis of NCEP 500 hPa height field, the persistent and strong precipitation process (PSPP) along the Huaihe River Valley between 1961 and 2006 was defined. The development and change of the blocking high at high latitudes prior to and during the PSPP were analyzed as well. The research results have brought the conclusion that on average, from June 29 to July 25, the Huaihe River Valley had the highest precipitation. The PSPP happened mostly between mid-June to mid-July. Before the PSPP starting, obvious blocking high pattern was found near the Urals, in which double blockings dominated. Whereas during the PSPP, the blocking high near the Urals weakened and that at the north and east of the Lake Baikal became strong, in which a single blocking dominated. The PSPP mostly happened 2 to 5 days after the sharp decrease of the blocking high index. During the years of PSPP, the blocking high near the Urals had an oscillation cycle of 15 to 30 days. In most of the years, the blocking high near the Urals and 180°E moved to the west before the PSPP started. The results in this article are helpful in mastering the characteristics of the strong precipitation along the Huaihe River Valley and precursor signal, and lay the basis for the forecasting of the persistent and strong precipitation along the Huaihe River Valley.

Key words: persistent and strong precipitation process (PSPP), Huaihe River Valley, blocking high, low frequency oscillation

* 公益性行业(气象)科研专项(GYHY201006017)和安徽省气象科研项目(KM201101Z)共同资助
2011 年 1 月 6 日收稿; 2011 年 7 月 18 日收修定稿
第一作者: 张娇, 从事中短期天气预报研究. Email: zhang527z@126.com

引言

淮河泄洪能力较小,而淮河流域(31°~36°N、112°~121°E)是洪水频发地带,强降水尤其是类似 2003、2005 和 2007 年发生的持续性强降水会给流域带来巨大的经济、社会损失。在具体预报中怎样的环流形势预示着淮河流域将发生持续性强降水,能否找到淮河流域持续性强降水发生前的环流前兆信号有着重要的意义。对淮河流域暴雨或持续性暴雨已经有过一些研究:龚振淞等^[1]指出 2003 年 6 月下旬至 7 月中旬乌拉尔山地区基本无阻塞高压,7 月中下旬鄂霍茨克海阻高偏强是雨带长期维持在黄河以南地区的主要原因;陈小红等^[2]指出 2005 年淮河流域持续性暴雨期间,贝加尔湖到鄂霍茨克海附近维持一高压脊;桂海林等^[3]指出 2007 年夏季淮河暴雨期间,贝加尔湖地区为高压脊;在低纬地区,文献^[1-3]均指出淮河流域处于稳定而强盛的副热带高压北部边缘,为持续性暴雨提供了充足的水汽。淮河流域强降水的发生是小概率事件,一般多从个例分析和旱涝状态方面研究^[1-9],对多次强降水发生的气候学规律则很少进行多个个例的规律性总结,特别是对中高纬阻塞高压的规律性总结则更加贫乏。虽然每次持续性强降水过程都表现为不同的环流形势,但强降水在天气系统变化中属于突变很强的变化过程,应同时有持续暖湿气流的供应和稳定的冷空气系统相配合。中高纬度阻塞高压的变化对流域降水的持续性和强度都有着重要的影响,但目前对强降水的研究多侧重于副高、南支槽等水汽来源系统的研究,对阻塞高压的研究则多是针对季节变化特征的分析或统计^[10-13]。文中通过对 1961—2006 年淮河流域 11 次强降水过程开始之前及强降水过程中中高纬度阻塞高压的规律性总结,找出了影响淮河流域持续性强降水前后阻塞高压的共性变化特征及前兆信号,为淮河流域持续性强降水过程的预报提供依据。

1 资料和计算方法

1.1 资料

本文所用的淮河流域降水资料为 1961—2006 年淮河流域 146 个站逐月降水量资料和 128 个站

20—20 时逐日降水量资料。4 省的逐月降水量资料较全。逐日降水量资料山东站点较少仅为 10 个,河南、江苏、安徽逐日资料较全。在环流分析中采用了 NCEP 2.5°×2.5°网格距高度场等再分析资料。

1.2 方法

1.2.1 阻高指数计算方法

定义某日乌拉尔山及附近地区(45°~65°N、30°~100°E)的阻塞高压强度指数(UBHII)为乌拉尔山地区 500 hPa 高度相对于纬圈平均高度的正偏差高度面积之和(如果阻塞高压呈明显的南北分支型,UBHII 包括北支包围的正偏差高度面积与南支包围的负偏差高度面积之和)^[14]。具体来说:用该日 20 时 500 hPa 沿 45°N 与 65°N 两个纬圈的格点高度 $H(\lambda, \phi)$ 观测资料(NCEP 资料),首先分别求出 45°N 和 65°N 这两个纬圈上的平均高度,再在该区域内,在同样间隔经线上分别求出 45°N 与 65°N 两个纬圈上的纬偏高度差 $\Delta H(\lambda, \phi)$,即 $\Delta H(\lambda_i, \phi_j) = H(\lambda_i, \phi_j) - H(\bar{\phi}_j)$,这里 λ 为经度, ϕ 表示纬度, $\Delta H(\lambda_i, \phi_j) > 0$ 表示该格点位于高压区,反之为低压区。然后通过逐个经线求出南北两纬圈点上的合成纬偏高度差之和: $\Delta H(\lambda_i, \phi_{1,2}) = \sum_{j=1}^2 \Delta H(\lambda_i, \phi_j)$ 。其中,仅当某经线上 $\Delta H(\lambda_i, \phi_j)$ 为北正南负(即 $\Delta H(\lambda_i, \phi_1) > 30 \text{ dagpm}$, $\Delta H(\lambda_i, \phi_2) < 0$)时,表明阻高偏北偏强,南面为低压(或槽),西风气流被分支时,才将南面的 $\Delta H(\lambda_i, \phi_2)$ 负值亦按正值累加。其余均按原 $\Delta H(\lambda_i, \phi_j)$ 的正负值累加。即用梯形数值积分的方法求出该区域的 UBHII。若该区域内经线上的合成纬偏高度差之和 $\Delta H(\lambda_i, \phi_{1,2})$ 均为同号(同为正或同为负),则累加其代数和即为 UBHII(如累加和为负值,则表示该域内为低压,累加和为正值,则表示该域内为高压);UBHII 的单位是 100 dagpm。

1.2.2 淮河流域持续性强降水过程选取

淮河流域 146 站点分布不均匀,山东省站点缺失较多,因此有必要对淮河流域站点进行选取。对淮河流域 146 个站的 6—8 月降水量资料进行方差计算,兼顾取较大方差和选取站点均匀性的原则选取 41 个代表站。对这 41 个代表站的 6—8 月逐日历史平均降水量与原 128 个逐日降水量历史平均值进行比较(图略),结果发现两条降水曲线基本吻合;另外对 41 个代表站每年 6—8 月总降水量平均值与

原 146 个站每年 6—8 月总降水量平均值进行比较(图略),结果发现两条降水曲线也基本吻合。因此可以认为这 41 个站选取比较合理。

(1) 41 个站中可以有间隔两天无暴雨日,但至少连续 5 天每天都至少有 1 个站出现大于或等于 50 mm 的降水。

(2) 每个过程至少有超过 10 个站出现大于或等于 200 mm 的降水,至少有 2 个站出现大于或等于 400 mm 的降水。

根据以上标准,1961—2006 年共选出 11 个持续性强降水过程,分别出现在 65_0630_0804(年_月_日_月_日,下同)、68_0708_0718、72_0619_0710、82_0709_0724、91_0628_0719、03_0619_0716、05_0705_0711、98_0803_0817、63_0628_0720、74_0708_0814、82_0803_0824。

表 1 强降水前 5 天 $30^{\circ}\sim 160^{\circ}\text{E}$ 500 hPa 阻高类型及亚欧中高纬地区平均环流形势
Table 1 Type of 500 hPa blocking high at $30^{\circ}\text{E}-160^{\circ}\text{E}$ 5 days before strong precipitation and average circulation in mid-to-high latitude areas in Eurasia

过程	阻高类型	亚欧中高纬环流形势
	单阻	乌拉尔山(高)—鄂霍茨克海(低)
	双阻	乌拉尔山以西(高)—巴尔喀什湖以西(低)—贝加尔湖至鄂霍茨克海(高)
南多北少	双阻	乌拉尔山以西(高)—巴尔喀什湖以北(低)—贝加尔湖以北(高)
	双阻	乌拉尔山(高)—贝加尔湖以西(低)—贝加尔湖以东(高)
	双阻	乌拉尔山以西(高)—贝加尔湖以西(低)—鄂霍茨克海以西(高)
	单阻	贝加尔湖以西(高)—鄂霍茨克海(低)
	双阻	贝加尔湖以西(高)—贝加尔湖(低)—贝加尔湖以东(高)
北多南少	双阻	乌拉尔山(高)—贝加尔湖(低)—鄂霍茨克海以西(高)
东多西少	双阻	乌拉尔山(高)—贝加尔湖以东(低)—鄂霍茨克海(高)
	双阻	乌拉尔山(高)—贝加尔湖(低)—鄂霍茨克海(高)
西多东少	单阻	乌拉尔以东(高)—贝加尔湖以南(低)

2.2 强降水过程中 500 hPa 阻塞高压特征

在淮河流域持续性强降水过程中,阻塞形势较其前期有了明显的变化。表 2 给出了 11 个持续性强降水过程 $30^{\circ}\sim 160^{\circ}\text{E}$ 500 hPa 阻高类型(每一个持续性强降水过程中 500 hPa 高度场平均的阻塞高压类型,并非单日阻高类型)及亚欧中高纬地区平均环流形势。从表 2 可以发现在强降水过程中,不论是哪种类型的持续性强降水,每个强降水过程相对应在贝加尔湖至鄂霍茨克海的中高纬度地区都有阻高形势存在,从阻高类型来看以单阻形势居多,共 8 个年份为单阻,双阻形势只有 3 个年份。

从以上分析可以发现:在强降水前期乌拉尔山附近阻高较明显,而强降水过程中乌拉尔山附近阻

2 中高纬度阻塞高压特征

2.1 强降水前期 500 hPa 阻塞高压特征

淮河流域持续性强降水过程,在中高纬度一般都伴有明显的阻塞形势,表 1 给出了 11 个过程强降水发生之前 5 天 $30^{\circ}\sim 160^{\circ}\text{E}$ 500 hPa 阻高类型(每一个过程开始之前 5 天 500 hPa 高度场平均的阻塞高压类型,并非单日阻高类型)及亚欧中高纬地区平均环流形势。可以看出持续性强降水开始前一阶段乌拉尔山附近均有明显的阻塞形势出现,双阻形势居多,11 个过程有 8 个是双阻类型,只有 3 个是单阻形势。

高则呈减弱的趋势,贝加尔湖以北或以东地区的阻高呈增强趋势。为了验证这一结论,图 1 给出了 11 个强降水过程平均高度场与强降水开始前 5 天的平均高度场的差值,可以看出,乌拉尔山附近为明显的负值中心,而贝加尔湖以北到鄂霍茨克海为正值中心。且阻高的变化要明显于西太平洋副高的变化。从 11 个强降水过程 500 hPa 平均高度与历史平均强降水时段(1961—2006 年 6 月 29 日至 7 月 25 日)平均高度场差值来看也是在乌拉尔山附近为明显的负值中心,而贝加尔湖以北到鄂霍茨克海为正值中心(图略)。另外,从 11 个年份每年强降水开始前和强降水期间 500 hPa 平均高度场来看(图略),除 1972 年,其他年份基本都是在强降水前 5 天平均高度场上,贝加尔湖以西(大部分在乌拉尔山附近)

表 2 强降水期间 $30^{\circ}\sim 160^{\circ}\text{E}$ 500 hPa 阻高类型及亚欧中高纬地区平均环流形势
 Table 2 Type of 500 hPa blocking high at $30^{\circ}\sim 160^{\circ}\text{E}$ during strong precipitation and average circulation in mid-to-high latitude areas in Eurasia

过程	阻高类型	亚欧中高纬环流形势
南多北少	65_0630_0804	贝加尔湖以东(低)－鄂霍茨克海(高)
	68_0708_0718	贝加尔湖(高)－贝加尔湖以南(低)
	72_0619_0710	乌拉尔山以西(高)－巴尔喀什湖以北(低)－贝加尔湖(高)
	82_0709_0724	贝加尔湖至鄂霍茨克海(高)－贝加尔湖以南(低)
	91_0628_0719	俄罗斯东部(高)－我国东北地区(低)
	03_0619_0716	贝加尔湖以东(低)－鄂霍茨克海(高)
	05_0705_0711	贝加尔湖至鄂霍茨克海以西(高)－鄂霍茨克海到我国华北(低)
北多南少	98_0803_0817	单阻 贝加尔湖以北(高)－贝加尔湖以南(低)
东多西少	63_0628_0720	双阻 乌拉尔山(高)－贝加尔湖以西(低)－贝加尔湖以东(高)
	74_0708_0814	双阻 乌拉尔山(高)－巴尔喀什湖以北(低)－鄂霍茨克海(高)
西多东少	82_0803_0824	单阻 贝加尔湖以北(高)－贝加尔湖以南(低)

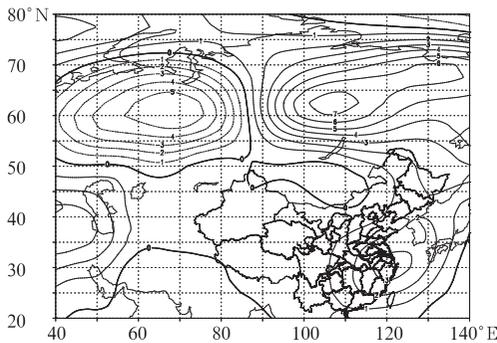


图 1 11 个强降水过程平均高度场与强降水开始前 5 天的平均高度场的差值(单位: dagpm)

Fig. 1 Differentials between average height field of 11 strong precipitation processes and average height field 5 days before strong precipitation (unit: dagpm)

都有较为明显的阻塞形势;而强降水期间贝加尔湖以西的阻塞形势则明显减弱,以北或以东地区阻高则呈增强趋势。以上分析均表明强降水前期乌拉尔山附近大部分都有较明显的阻高存在,而强降水期间乌拉尔山附近阻高减弱,贝加尔湖以北到鄂霍茨克海附近的阻高偏强。

2.3 乌拉尔山附近阻塞高压变化对淮河流域降水的影响

由以上分析可以发现,乌拉尔山附近阻塞高压在淮河流域持续性强降水前至强降水过程中有明显变化,为进一步分析乌拉尔山阻高与淮河流域降水的关系,图 2 给出了 6—8 月乌拉尔山及附近地区阻塞高压指数和淮河流域日平均降水量曲线图,平均

而言淮河流域在 6 月 22 日降水开始增多,27 和 28 日有所减弱,从 6 月 29 日进入集中降水时段。相对应在其前期,乌拉尔阻高指数在 6 月 17—20 日为明显的指数峰值时段,表明阻高较强,21—22 日阻高指数明显减弱后淮河流域降水开始增多,之后阻高指数又有所增大,在 25 日达到峰值后又明显减弱,在减弱后的第 4 天,淮河流域进入集中多雨时段。以上分析表明,平均而言淮河流域进入多雨时段之前 2~4 天,乌拉尔山附近阻高势力较强,在其减弱后淮河流域降水增多。因此乌拉尔山附近阻高的减弱或崩溃对预报淮河流域强降水是一个较好的前兆性指示。将乌拉尔山阻高指数与强降水年份 6—8 月降水逐日曲线图(图略)相比较可以发现,除 1972 年,各年持续性强降水过程都开始于乌拉尔山附近阻高指数锐减后的 2~5 天。从各年的强降水时段与乌拉尔山附近阻高指数来看,除 1968、1972、1998 和 2005 年,持续性强降水时段基本都处于阻高指数的谷值期。从强降水前后 500 hPa 平均高度场来看(图略),1968、1972、1998 和 2005 年强降水期间阻高主体位于贝加尔湖附近或以西,而其他年份主体都在贝加尔湖以东地区。因此在阻高主体位于贝加尔湖附近或以西时该指数对降水的指示性较差,当阻高主体位于贝加尔湖以东地区时,乌拉尔山阻高指数对淮河流域降水是很好的前兆性指标。而实际上除 1972 年,其他年份乌拉尔山附近阻高都是减弱的,之所以指数反映不出来是因为计算指数时所取的范围是 $30^{\circ}\sim 100^{\circ}\text{E}$,范围较大,东部范围恰好到贝加尔湖以西地区,因此在强降水期间,如该区域阻高较强,则指数也会比较大,对降水的指示效果较差。

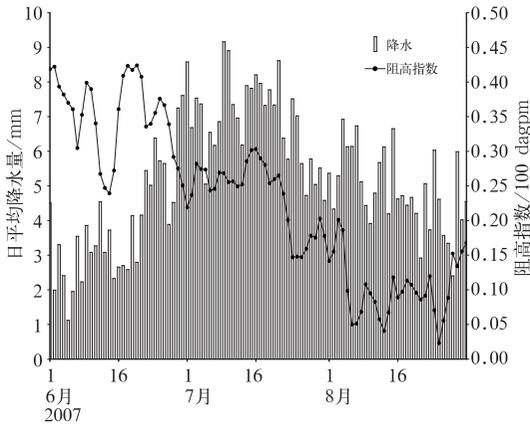


图 2 1961—2006 年 6—8 月乌拉尔山及附近地区阻塞高压指数平均和淮河流域日平均降水量曲线图

Fig. 2 Blocking high index (unit: 100 dagpm) averaged over Urals and its vicinity and daily average precipitation (unit: mm) from June to August during 1961 to 2006

3 大气环流的低频振荡特征

3.1 持续性强降水年份中高纬 500 hPa 高度场低频振荡特征

阻塞高压为天气尺度系统,在时间演变上属于低频演变系统。为分析 11 个强降水过程所对应的 10 个年份中高纬度 500 hPa 高度场的主要振荡周期,绘制了 10 个持续性强降水年份 5—9 月乌拉尔山附近阻高指数小波分析的方差平均图(图略)。结果发现持续性强降水年份乌拉尔山附近阻塞高压存在 15~30 天左右的主要振荡周期,此外在 50~70 天左右也有较明显的振荡周期存在。为了更清楚地分析每一年阻高的变化情况,分别分析了 10 个年份的乌拉尔山附近阻高指数小波分析图像。结果发现除 1974、1982 和 2003 年主要振荡周期为 30~60 天。其余 7 个年主要振荡周期均在 15~30 天左右。大气的低频振荡中有两个频带振荡最显著,即 10~20 天(准双周)和 30~60 天两个周期阶段。而以上持续性强降水年份乌拉尔山附近高度场的主要振荡周期为 15~30 天。为了分析强降水年份中高纬度大气环流的主要振荡周期,分别绘制了 11 个持续性强降水过程中与强降水前 5 天 500 hPa 高度经 10~20 天、15~30 天和 30~60 天滤波后的差值图(图

略)。结果发现经过 15~30 天滤波强降水过程中和前 5 天差值图与未经滤波差值图的中高纬度的环流形势最为接近。10~20 天的滤波差值图其亚洲东部中高纬度的正偏高中心位置比未滤波差值图位置偏东。30~60 天滤波差值图亚欧中高纬度正负中心的范围和振幅比未滤波差值图位置都明显偏小。因此从上面分析可以看出多数强降水年份中高纬度大气的低频振荡以 15~30 天为主。

3.2 持续性强降水年份中高纬 500 hPa 高度场低频振荡的传播特征

从以上分析可知:1963、1965、1968、1972、1991、1998 和 2005 年这 7 年 500 hPa 中高纬度都有 15~30 天左右的振荡周期。而且从图 1 可以看出中高纬度强降水前和强降水期间高度差正负中心主要分布在 55°~75°N。因此分别绘制了以上 7 个年份 55°~75°N 平均高度场 15~30 天的传播图(图略)。结果发现除 1998 年,其余 6 年从强降水开始前几天到强降水过程中在 80°E 以西均有明显的乌拉尔山附近阻塞高压自东向西传播的特征。除 1965 和 1998 年其余 5 年在 80°E 以东同时还伴有 180°E 附近阻高向西传播到贝加尔湖和鄂霍茨克海附近的特征。分析 1974、1982 和 2003 年经过 30~60 天滤波后的 55°~75°N 平均高度场传播图(图略),发现 3 个年份除 1982 年第二次持续性强降水过程,乌拉尔山附近阻塞高压均在强降水发生前出现西退的现象。同时在持续性强降水期间也均有 180°E 附近阻高向西传播到贝加尔湖和鄂霍茨克海附近的特征。

为了进一步讨论这种持续性强降水发生前期阻高开始出现西退的现象。我们分别绘制了持续性强降水前 10~6 天(图略)、前 5~1 天,强降水过程中 1~5 天(图略)、6~10 天的 500 hPa 高度场平均图(图 3)。在持续性强降水前 10~6 天乌拉尔山附近为弱的高压脊。而在持续性强降水前 5~1 天乌拉尔山附近则出现了明显的阻塞形势,平均尺度达到 60~70 个经距(图 3a)。在持续性强降水开始后的 1~5 天,乌拉尔山附近阻高明显减弱,而其西部 20°E 附近高度则逐渐升高,到持续性强降水开始后的 6~10 天在 20°E 附近则出现了明显的高压脊(图 3b)。这很可能与罗斯贝波的西传特征有关,罗斯贝波的传播速度为 $c_{pr} = \bar{u} - \frac{\beta}{k^2 + l^2}$,其中 $-\frac{\beta}{k^2 + l^2}$ 为

罗斯贝波相对于基本气流向西传播的速度。当波动的尺度达到足够大时,则罗斯贝波向西传播的速度大于基流的速度,在天气图上表现为向西传播。由图3可以看出在强降水前5~1天,乌拉尔山附近阻塞高压明显增强,波动在东西方向上约为110个经距($0^{\circ}\sim 110^{\circ}\text{E}$)。南北方向约为30个纬距($45^{\circ}\sim 75^{\circ}\text{E}$)。将以上数据代入以下计算公式:

$$L_x = 2\pi\gamma \cdot \cos\phi \cdot \frac{\Delta\phi}{360} \simeq 6000 \text{ km};$$

$$L_y = 2\pi\gamma \frac{\Delta\phi}{360} \simeq 3500 \text{ km} \quad (1)$$

$$k = \frac{2\pi}{L_x}, l = \frac{\pi}{L_y} \quad (2)$$

$$\beta = \frac{2\Omega\cos\phi}{a} \quad (3)$$

$$c_{pr} = \bar{u} - \frac{\beta}{k^2 + l^2} \quad (4)$$

若取 ϕ 为 60°N , \bar{u} 为每个强降水前5天 $0\sim 360^{\circ}\text{E}$ 、 $45^{\circ}\sim 75^{\circ}\text{N}$ 平均西风分量,值约为 $6.5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。将式(1)~(3)代入式(4)得 $c_{pr} = -1$ 。即阻高出现西退现象。而由图3中阻高从强降水前5~1天 60°E 附近到6~10天在 20°E 附近,约15天西移40个经距,即速度平均为 $1.5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,恰好与前边所计算的移速 $c_{pr} = -1$ 相接近,能很好地解释强降水前乌拉尔山附近阻高的西退现象。

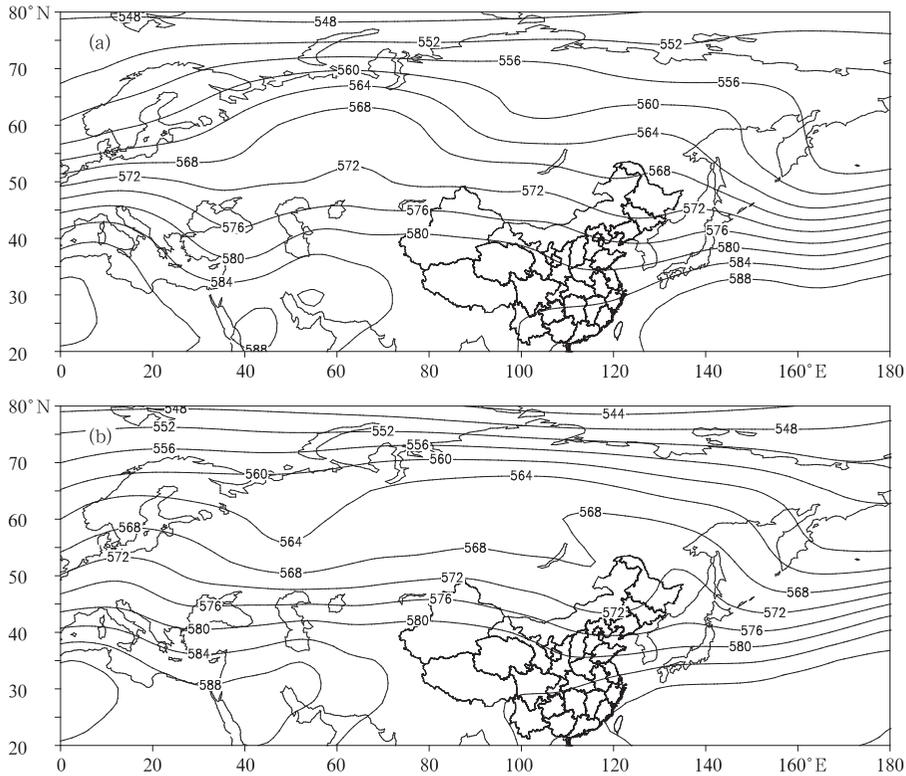


图3 持续性强降水之前5~1天(a),强降水过程中6~10天(b)
500 hPa高度场平均图(单位:dagpm)

Fig. 3 The 500 hPa average height fields (a) 1 to 5 days before persistent strong precipitation and (b) 6 to 10 days during persistent strong precipitation (unit:dagpm)

4 结论

(1) 平均而言6月29日至7月25日为淮河流域降水相对最集中的时段。持续性强降水大多发生

在6月中旬到7月中旬。流域南部降水变率明显大于北部,西北部变率最小。西南部和东南部变率最大。

(2) 持续性强降水开始前一候乌拉尔山附近均有明显的阻塞形势出现,双阻形势居多,而强降水期

间乌拉尔山附近阻高减弱,贝加尔湖以北到鄂霍茨克海附近的阻高偏强,持续性强降水过程大都开始于乌拉尔山附近阻高指数锐减后的 2~5 天。

(3) 持续性强降水年份乌拉尔山附近阻塞高压存在 15~30 天左右的主要振荡周期。绝大多数年份乌拉尔山附近阻塞高压和 180°E 附近阻高均在强降水发生之前出现西退的现象。乌拉尔山附近阻塞高压的西退与强降水开始之前其增强,尺度增大有关。

参考文献

- [1] 龚振淞,王永光,许力. 2003 年夏季中高纬度环流与淮河流域降水[J]. 气象, 2004, 30(2): 30-33.
- [2] 陈晓红,余金龙,邱学兴,等. 2005 年 7 月 4—11 日淮河流域强降水过程的水汽收支分析[J]. 气象, 2007, 33(4): 47-52.
- [3] 桂海林,周兵,金荣花. 2007 年淮河流域暴雨期间大气环流特征分析[J]. 气象, 2010, 36(8): 8-18.
- [4] 曲晓波,王建捷,杨晓霞,等. 2009 年 6 月淮河中下游三次飑线过程的对比分析[J]. 气象, 2010, 36(7): 151-159.
- [5] 章国材,毕宝贵,鲍媛媛,等. 2003 年淮河流域强降水大尺度环流特征及成因分析[J]. 地理研究, 2004, 23(2): 795-804.
- [6] 艾婉秀,孙林海,宋文玲. 2009 年海洋和大气环流异常及对中国气候的影响[J]. 气象, 2010, 36(4): 101-105.
- [7] 杨义文,许力,龚振淞. 2003 年北半球大气环流及中国气候异常特征[J]. 气象, 2004, 30(4): 20-24.
- [8] 鲍媛媛,李锋,矫梅燕. 2003 年淮河流域特大暴雨期间低纬环流分析[J]. 气象, 2004, 30(2): 25-29.
- [9] 龚振淞,杨义文. 中国夏季旱涝气候预测相似模型[J]. 气象, 2010, 36(5): 46-50.
- [10] 黄菲,姜治娜. 欧亚大陆阻塞高压的统计特征及其与中国东部夏季降水的关系[J]. 青岛海洋大学学报, 2002, 32(2): 186-192.
- [11] 史湘军,智协飞. 1950—2004 年欧亚大陆阻塞高压活动的统计特征[J]. 南京气象学院学报, 2007, 30(3): 338-344.
- [12] 汪靖,吕江津. 天津地区雨季降水异常年大气环流特征分析[J]. 气象, 2011, 37(8): 950-955.
- [13] 尹洁,郑婧,张瑛,等. 一次梅雨锋特大暴雨过程分析及数值模拟[J]. 气象, 2011, 37(7): 827-837.
- [14] 陈菊英,冷春香,程华琼. 江淮流域强降雨过程对阻高和副高逐日变化的响应关系[J]. 地球物理科学进展, 2006, 21: 1012-1022.