

江淮地区夏季雨量与北半球 500 hPa 环流 遥相关的不稳定性*

杨秋明

(江苏省气象台,南京 210008)

摘 要

用 50 年(1951 ~ 2000 年)观测资料,分成 1951 ~ 1976 年和 1977 ~ 2000 年两个时段,研究了江淮地区夏季(6 ~ 8 月)雨量与北半球 500 hPa 季平均环流时滞遥相关的年代际变化,同时提出了遥相关不稳定指数,讨论了遥相关不稳定性的空间分布和季节变化。结果表明,这两个时段遥相关的空间分布存在显著差异,且前一时期时滞遥相关强度明显强于后一时期,特别是江淮地区夏季雨量与前期冬季西太平洋型(WP)的相关仅在 1976 年以前显著,1977 年以后迅速减弱消失,而对于后一时期,与春季欧亚遥相关型(EU)的相关明显加强。另外,后一时期江淮地区夏季雨量与夏季 EAP 波列的相关明显强于前一时期。它反映了太平洋年代际振荡(PDO)对东亚季风降水和环流年际相关的影响,这种遥相关的不稳定性与年代际和年际时间尺度振荡之间的相互作用有密切联系。

关键词:江淮流域雨量 500 hPa 环流 遥相关 不稳定性 年代际变化

引 言

近百年观测资料表明,全球气候变化存在显著的年代际振荡,其中最早发现的是太平洋海气系统年代际振荡(Pacific Decadal Oscillation)。Trenberth 制作的北太平洋海平面气压(SLP)的时间序列曲线明显地显示出 1976/1977 年以后的年代际变化(SLP 异常偏低,阿留申低压偏强)^[1]。Zhang 等利用 1900 ~ 1993 年的资料,将 SST 分为低频(年代际变率)和高频(ENSO 变率)两部分,发现低频的空间结构与高频的非常相似,表现为赤道太平洋和中纬度太平洋海温反相变化的空间分布,称为类 ENSO 模态。时间分量中的低频部分有明显的年代际变化,1976/1977 年冬季起,整个太平洋地区海温有显著的年代际变化,表现为赤道中、东太平洋地区大面积增暖,北太平洋中纬度地区显著变冷^[2],即它在 20 世纪 70 年代末发生显著的位相转折(从负位相转为正位相),北太平洋中纬度地区海温持续偏低,这种太平洋地区海气系统年代际振荡(PDO)造成东亚季风长达数年的持续异常。与年际变化的 ENSO 不同,PDO 的作用中心主要在北太平洋中纬度地区,影响的空间范围比 ENSO 更大,这种长时间尺度的振荡(10 年以上)与年际振荡(2 ~ 7 年)之间的相互作用使得气候系统各分量年际相关的空间结构发生显著变化,即年际相关出现显著不稳定,导致 ENSO 年际变化特性发生改变,从而使短期气候预测复杂化。20 世纪

* 2003-01-02 收到,2004-03-15 收到再改稿。

90 年代初,由于 ENSO 模式的预测性能明显下降,年代际变化引起了人们的重视。近年来,国际上已有大量研究(包括观测和数值研究)讨论了 ENSO、印度季风、东亚季风降水以及北半球大气环流的年代际变化机制,得到很多有意义的结果^[3~10],对提高短期气候预测水平起了很重要的作用。文献[11~12]研究了长江中下游地区和华南地区汛期降水量与太平洋海温、西太平洋副热带高压强度和位置时滞相关的年代际变化,讨论了 PDO 对年际遥相关的影响,但尚未分析 PDO 对江淮流域夏季降水和北半球热带外环流年际相关的影响。文献[13]通过旋转奇异值分解(RSVD),发现夏季江淮流域降水与前期冬季 500 hPa 高度距平场的西太平洋遥相关型(WP)存在极显著的相关。从时间系数的变化可以发现耦合强度并不稳定,1980 年以后迅速减弱,与 PDO 20 世纪 70 年代后期的位相转折一致。因此,这种冬夏季风之间的联系存在明显的年代际变化,进一步研究夏季江淮流域降水和前期环流时滞相关的这种不稳定变化对于提高旱涝气候预测准确率有重要意义。本文用近 50 年(1951~2000 年)观测资料,分两个时段(1951~1976 年和 1977~2000 年),详细分析江淮地区夏季雨量与上年秋季到当年夏季北半球 500 hPa 环流遥相关时空结构的年代际变化特征,并提出遥相关不稳定指数研究遥相关强度的时间变化,分析了遥相关不稳定性空间分布及其季节演变和可能的物理机制,为这个地区夏季雨量中长期预测提供更多有用信息。

1 资料与方法

本文用中国气象局提供的 1951~2000 年逐月北半球 500 hPa 高度场资料($10^{\circ} \times 5^{\circ}$ 经纬度)进行遥相关分析,江淮地区夏季雨量采用中国 160 站降水中江淮地区 6~8 月 17 站(徐州,淮阴,新浦,蚌埠,阜阳,南阳,信阳,东台,南京,合肥,上海,安庆,九江,武汉,钟祥,岳阳和宜昌)降水平均。将降水资料分成两个时段:1952~1976 年和 1977~2000 年,分别计算江淮地区夏季雨量和当年春夏季以及上年秋冬季北半球 500 hPa 平均高度的格点相关系数(序列长度分别是 25 和 24 年,当相关系数大于 0.40 时,达 0.05 信度),讨论了这两个分别对应于太平洋海气系统年代际振荡(PDO)的负和正位相期间江淮地区夏季雨量与北半球 500 hPa 遥相关型空间分布的差异及可能机制。同时,对于当年春夏季以及上年秋冬季北半球范围内每个格点(i, j)的 500 hPa 高度和江淮地区夏季雨量计算窗口长度为 21 年的滑动相关系数序列 r_t ,研究了遥相关的年代际变化和季节变化特征。为了定量揭示这两个时段中遥相关强度变化的差异,文中定义遥相关不稳定指数 S ,分析了遥相关变化不稳定性的空间结构。具体方法如下:

设 $r_t(i, j)$ 是对应于格点(i, j)窗口长度为 21 年的滑动相关系数(本文中 $t=1, 2, \dots, 29$;分别对应于 1952~1972, 1953~1973, ..., 1980~2000 年;当 $|r_t| = r_0 = 0.45$ 时,达 0.05 信度), $i=1, 2, \dots, 36, j=1, 2, \dots, 16$, 定义遥相关不稳定指数

$$S(i, j) = \begin{cases} |\bar{r}_1(i, j) - \bar{r}_2(i, j)|, \max(|r_t(i, j)|) \geq r_0 \\ 0, \max(|r_t(i, j)|) < r_0 \end{cases}$$

其中 $\bar{r}_l(i, j) = \frac{1}{n_l} \sum_{k=1}^{n_l} r_k(i, j)$, ($\bar{r}_l, n_l, n_l(l=1, 2)$) 分别对应于 1952~1976 年和 1977~

2000年两个时段中 r_t 的平均值、均方差和样本长度; 第一时段中, $t=1, 2, \dots, 15$, 对应于 1952~1972, $\dots, 1966\sim 1986$ 年的 r_t 的平均 ($n_1=15$); 第二时段中, $t=16, 17, \dots, 29$, 对应于 1967~1987, $\dots, 1980\sim 2000$ 年 r_t 的平均 ($n_2=14$)。用 t 分布检验滑动相关系数 r_t 在这两个时段中平均值差值的绝对值 $S(i, j)$ 的显著性。当 $|T| \geq 2.05$ 时, 达 0.05 信度, 同时满足 $\max(|r_t(i, j)|) \geq r_0$, 则点 (i, j) 遥相关不稳定。因此, 当整个时期内的最大滑动相关系数达到 0.05 信度时, 且这两个时段中平均滑动相关系数的差值较大, 该格点的遥相关的不稳定 (S) 较显著; 反之, 遥相关稳定 ($S \rightarrow 0$)。另外, 最大滑动相关系数不显著时 ($\max(|r_t(i, j)|) < r_0$), 遥相关不存在 ($S=0$)。

2 结果分析

图 1a 表明, 近 50 年来江淮地区夏季雨量年际振荡周期呈现显著的缩短趋势, 特别是 PDO 正位相 (1977 年以后), 旱涝发生频率明显增加。对 1952~1976 年和 1977~2000 年两个时期江淮地区夏季雨量分别进行非整数功率谱分析^[14] (该方法能精确揭示短序列中各种长度的显著周期), 结果见图 1b。图中清楚地表明江淮地区夏季雨量在 1952~1976 年期间以 7.6 年为主 (图 1b 实线), 而 1977~2000 年期间发生明显变化, 主要周期显著缩短, 变为准 2 年振荡 (图 1b 虚线), 因此, 这两个时期属于不同的气候变化阶段。夏季北半球 500 hPa 高度距平差 (1977~2000 年减 1952~1976 年期间) 表现为极显著的北极区

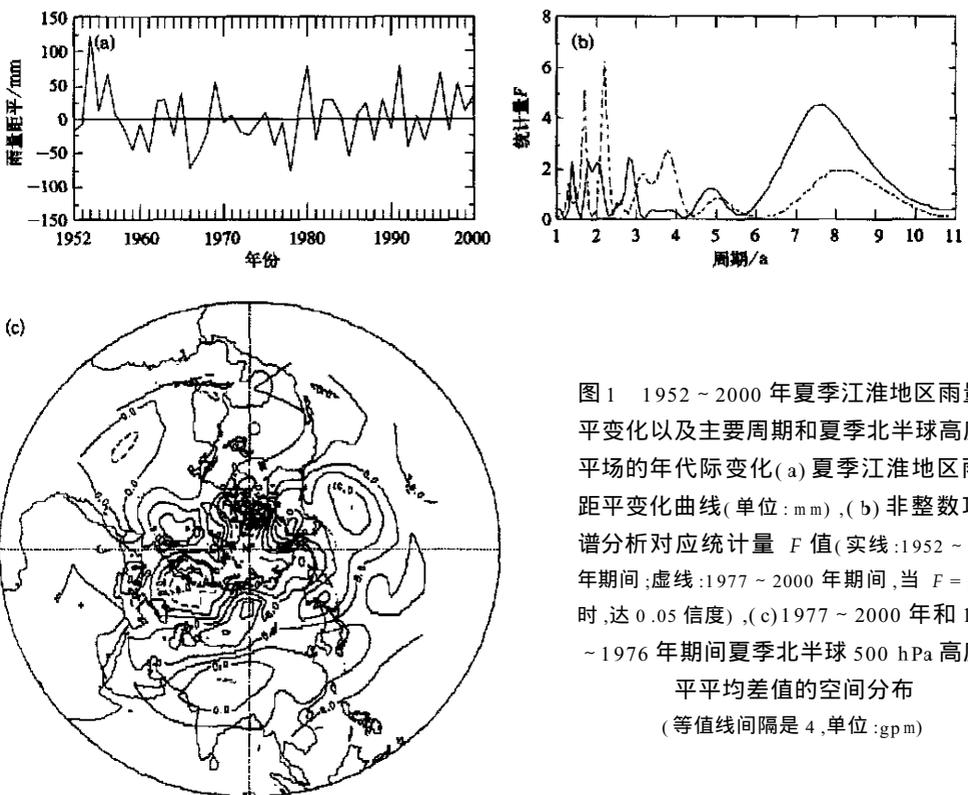


图1 1952~2000年夏季江淮地区雨量距平变化以及主要周期和夏季北半球高度距平场的年代际变化(a)夏季江淮地区雨量距平变化曲线(单位:mm), (b)非整数功率谱分析对应统计量 F 值(实线:1952~1976年期间;虚线:1977~2000年期间,当 $F=3.47$ 时,达 0.05 信度), (c)1977~2000年和 1952~1976年期间夏季北半球 500 hPa 高度距平平均差值的空间分布(等值线间隔是 4,单位: gpm)

域和 $50^{\circ} \sim 60^{\circ}N$ 地区负正反相变化的空间结构,正值中心在北大西洋中高纬度地区和西伯利亚、东北亚地区以及阿留申群岛附近(图 1c),它表明 1977 年太平洋海气系统发生年代际转折后,伴随着热带太平洋海温的持续上升,北太平洋中纬度地区海温持续偏低,夏季东北亚阻塞高压明显增强,这种气候背景态的改变导致年际时间尺度的东亚季风系统各分量间相互作用特性发生改变,20 世纪 80 年代开始江淮地区进入干旱洪涝多发期,即夏季雨量年际振荡周期和强度也受到 PDO 的显著调节,其主振荡周期明显缩短,这种不同周期振荡之间的能量转换必然影响它与大气环流的年际相关性,主要是由于气候系统各分量相互作用激发的年际时间尺度的低频波列类型和传播途径发生了变化。下面研究这两个时期江淮地区夏季雨量与前期北半球 500 hPa 高度场的遥相关空间分布的变化。

图 2a~d 分别为 1951~1976 年期间上年秋冬季和当年春夏季北半球 500 hPa 格点高度与夏季(6~8 月)江淮地区雨量相关图。从图 2a~d 可以看出,冬季遥相关型最显著,北太平

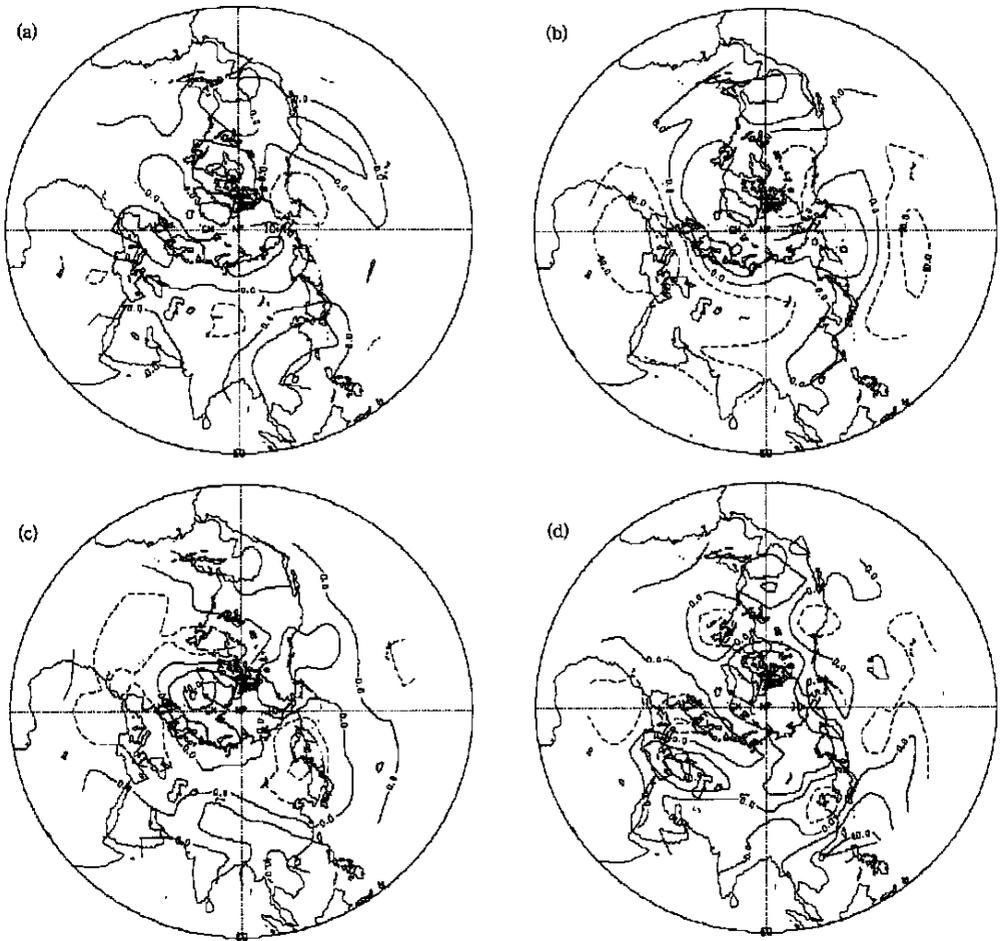


图 2 1952~1976 年期间江淮地区夏季雨量与前期北半球 500 hPa 高度场的遥相关

(a) 上年秋季, (b) 上年冬季, (c) 当年春季, (d) 同期夏季

(图中数值已乘以 100,等值线间隔是 20,虚线表示负值。当相关系数大于 0.40 时,达 0.05 信度)

洋低纬度地区和阿留申群岛附近分别存在负正相关中心(图 2b),表现为西太平洋遥相关型(WP)的空间结构,与月平均高度场的 WP 型相似^[15]。另外,在非洲北部地区还存在范围较大的显著负相关区。当冬季北太平洋中纬度地区高度上升(下降),同时低纬度地区高度下降(上升)时,第二年夏季江淮地区雨量偏多(偏少)。而其它季节(上年秋季和当年春季)500 hPa 环流与雨量相关较弱。对于前期秋季,仅中国东部和欧洲西部地区存在范围较小的负相关区(图 2a),春季表现为从大西洋中纬度地区经北极地区向东北亚传播的正负相间的波列结构,但波列强度较弱(图 2c)。另外,同期夏季则呈现显著的东亚低纬度向中高纬和北美传播的正负相间的波列,类似于著名的东亚太平洋(EAP)遥相关波列(图 2d)^[16]。它表明,1951~1976 年期间江淮地区夏季雨量与前期冬季大气环流之间存在极显著的遥相关(WP 型),且同期夏季 EAP 遥相关型的变化对江淮地区夏季降水影响较显著。对于 1977~2000 年期间,除了上年秋季遥相关仍然不显著外(图 3a),其它三个季节的相关空间分布或强度均发生了明显变化。与前一时期(1952~1976 年)不同,前期冬季 WP 型迅速减弱消失,仅东北亚地区还存在很弱的负相关区域(图 3b),但东亚中纬度地区产生较显著的正相关区(即当

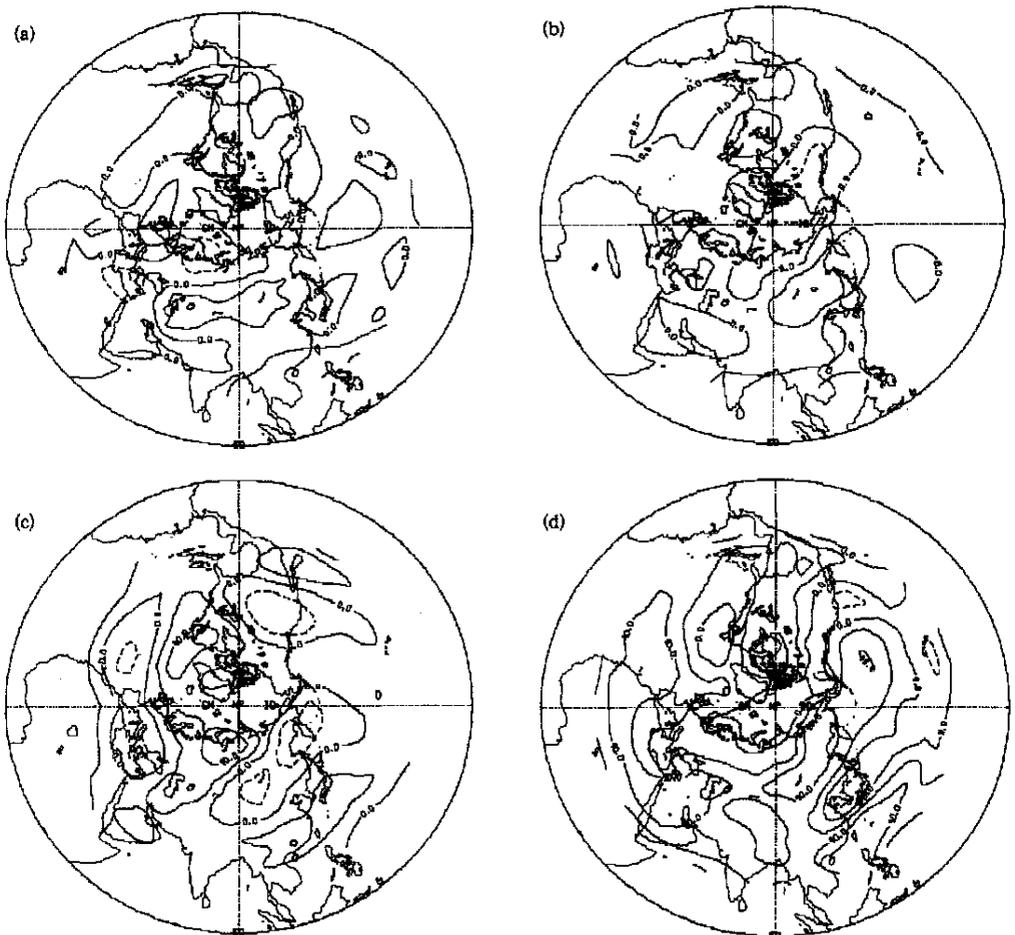


图 3 1977~2000 年期间江淮地区夏季雨量与前期北半球 500 hPa 高度场的遥相关

(a) 上年秋季,(b) 上年冬季,(c) 当年春季,(d) 同期夏季(说明同图 1)

前期冬季东亚中纬地区出现显著高度正距平时,东亚大槽强度较弱(对应于弱冬季风),夏季江淮地区降水偏多,反之亦然),而春季前一时期的大西洋东亚波列消失,产生了新的一支从欧洲经欧亚大陆中高纬地区向西太平洋传播的遥相关波列(图 3c),和月平均图上的 EU 型^[15]一致,主要作用区域在西西伯利亚附近,其相关中心区域的数值大于 0.40,达 0.05 信度。图 4 和图 5 分别给出了冬季 WP 指数 ($I_{WP} = \Delta H_1 - \Delta H_2$, ΔH_1 和 ΔH_2 分别是 $15^\circ \sim 25^\circ N, 140^\circ E \sim 180^\circ$ 和 $40^\circ \sim 55^\circ N, 150^\circ \sim 170^\circ E$ 范围内冬季 500 hPa 高度距平的平均值)与春季西西伯利亚 500 hPa 高度距平 ($65^\circ \sim 80^\circ N, 70^\circ \sim 90^\circ E$) 和后期夏季江淮地区降水距平逐年变化曲线以及它们之间 21 年滑动相关系数变化曲线。图 4a 表明前一时期的冬季 WP 型

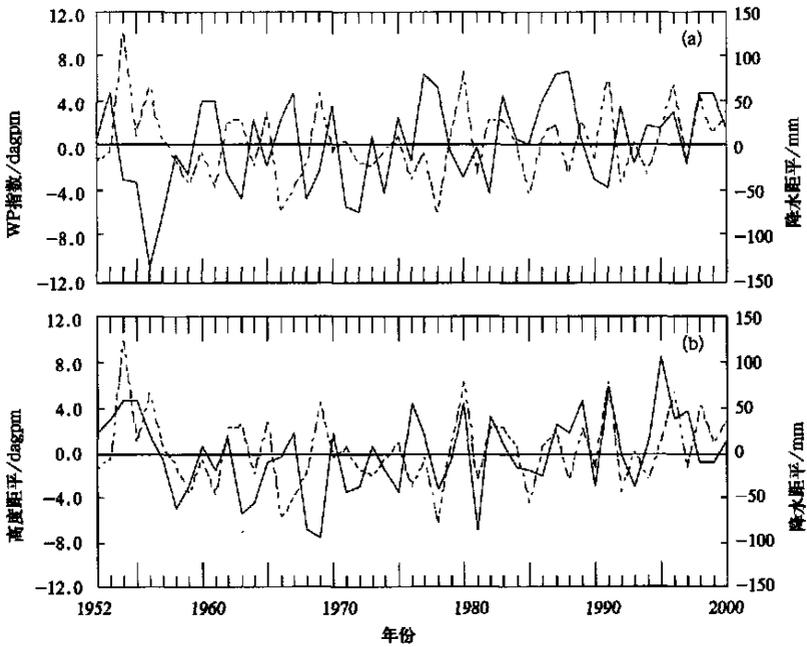


图 4 1952 ~ 2000 年期间 500 hPa 高度距平与夏季江淮下游降水距平变化曲线
 ((a) (b) 中实线分别是冬季西太平洋型(WP)指数和春季西西伯利亚 500 hPa 高度距平;虚线是夏季江淮下游降水距平)

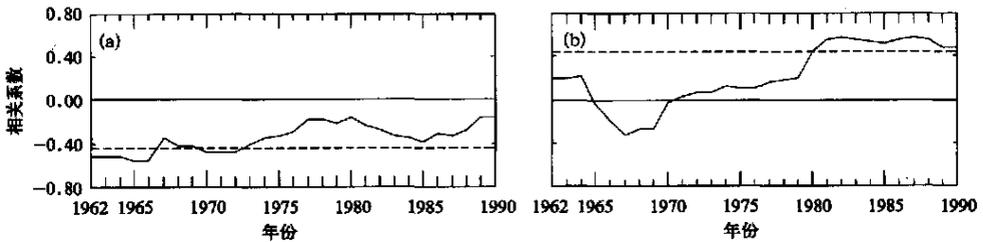


图 5 1952 ~ 2000 年期间 500 hPa 高度距平与夏季江淮下游降水距平之间滑动相关系数变化曲线
 (a) 冬季西太平洋型(WP)指数; (b) 春季西西伯利亚 500 hPa 高度距平
 (图中水平虚线表示达到 0.05 信度的相关系数 $r_{0.05} = 0.45$)

与后期夏季江淮地区降水在 6~8 年时间尺度上呈反相变化(负相关显著),后一时期由于太平洋低纬度高度显著增加和中纬度高度降低导致 WP 指数持续增大,但 WP 指数并未显示出较强的准 2 年周期振荡,使得它与后期夏季江淮地区降水的联系显著减弱。图 5a 中清楚地表明 1970 年前与冬季 WP 型的负相关显著(在 $-0.45 \sim -0.70$ 之间,达 0.05 信度),1970 年以后,特别是最近 20 年来负相关持续减弱到 -0.05 左右,因此,江淮地区夏季降水不再受到前期 WP 型的作用。而图 4b 中后一时期春季西西伯利亚 500 hPa 高度距平和后期夏季江淮地区降水在准 2 年时间尺度上表现为强耦合状态,因而呈现强正相关,前一时期则两者耦合不显著。在滑动相关系数变化中表现为两者之间的相关从 20 世纪 60 年代的弱负相关到 1980 年以后迅速转变为显著的正相关(在 $0.45 \sim 0.60$ 之间,达 0.05 信度),即相关符号发生突变(图 5b)。这表明后一时期(1977~2000 年)影响夏季江淮流域降水的年际遥相关过程发生显著调整,它与大气环流的不同时间尺度的年际振荡型周期和能量频散途径随年代的变化有关。此外,同期夏季的东亚太平洋(EAP)遥相关波列与前一时期相比,其位置基本不变(图 3d),但东北亚地区和东亚低纬度地区正相关区域明显扩展,中心数值增大,这种遥相关波列强度的变化可能与南海和西太平洋热带地区海气相互作用强度以及东亚中高纬度基本气流的年代际变化有关,它反映了 PDO 正位相期间(1977~2000 年)热带太平洋海温持续升高,伴随着东亚太平洋地区 500 hPa 高度持续增加,西太平洋副热带高压和东北亚阻塞高压强度增加(EAP 波列传播能量增大),欧亚中纬度西风气流强度增加,使得夏季东亚季风加热和西太平洋副热带高压脊之间的相互作用(主要是在准 2 年时间尺度上)显著加强而导致东亚季风降水和环流变率年代际异常的结果。图 6 给出了这两个时期江淮地区夏季雨量与北半球 500 hPa 高度场遥相关不稳定性(S)的空间分布。图中清楚地表明前期秋季遥相关较弱,仅亚洲中部和加拿大北部存在小范围的 S 显著区域(图 6a),而前期冬季北太平洋低纬度地区、非洲北部地区、南亚地区、东亚中纬度地区、北美低纬度地区和前期春季西西伯利亚、北大西洋高纬度和加拿大东部地区均存在较大的遥相关不稳定性区(图 6b,c),达 0.01 信度,与前面分析结果一致。对于同期夏季,遥相关不稳定性显著区域在热带西太平洋地区(不稳定中心在华南沿海到南海北部地区)和东北亚地区(图 6d),它与近 20 年来 EAP 波列与江淮地区夏季降水之间耦合加强有关。另外,中东到非洲北部和东大西洋地区存在一条极显著的遥相关不稳定性带,反映了夏季中东到非洲北部地区和东亚地区环流间的遥相关强度发生突变,1977 年以来遥相关突然增强(图 2d 和 3d)。表 1 给出了夏季热带西太平洋地区($25^{\circ}\text{N}, 135^{\circ}\text{E}$),中东地区($25^{\circ}\text{N}, 55^{\circ}\text{E}$) 500 hPa 高度距平和南海地区($5^{\circ} \sim 20^{\circ}\text{N}, 110^{\circ} \sim 125^{\circ}\text{E}$)海温距平(由英国 East Anglia 大学提供的 1951~2000 年逐月全球海温资料中选取 6~8 月南海地区 $5^{\circ} \times 5^{\circ}$ 经纬度格点资料计算)在 PDO 负正位相中主要年际振荡周期强度的变化。从表中可以看出夏季 500 hPa 高度场东半球副热带地区的这两个主要不稳定性区域的年际振荡强度均存在显著变化,在后一时期准 2 年周期振荡明显增强,尤其是与南海季风低频振荡(ISO)强度和夏季江淮降水量密切相关^[17~18]的夏季南海海温(图 7)的年际振荡周期长度也发生了较明显的突变,从前一时期较强的 5.0 年振荡变为后一时期极显著的 2.5 年振荡(均达 0.05 信度),所以 PDO 正位相中表现出江淮夏季降水量和西太平洋副热带环流和南海海温在准 2 年时间尺度上的强耦合,这时南海地区海气系统相互作用呈现强的准 2 年振荡,伴随着增强的 EAP 波列,使得东北亚地区环流的准 2 年振荡也明显加强;而 PDO 负位

相中由于南海海温主振荡周期与西太平洋副热带环流不同,且南海地区海气相互作用较弱,

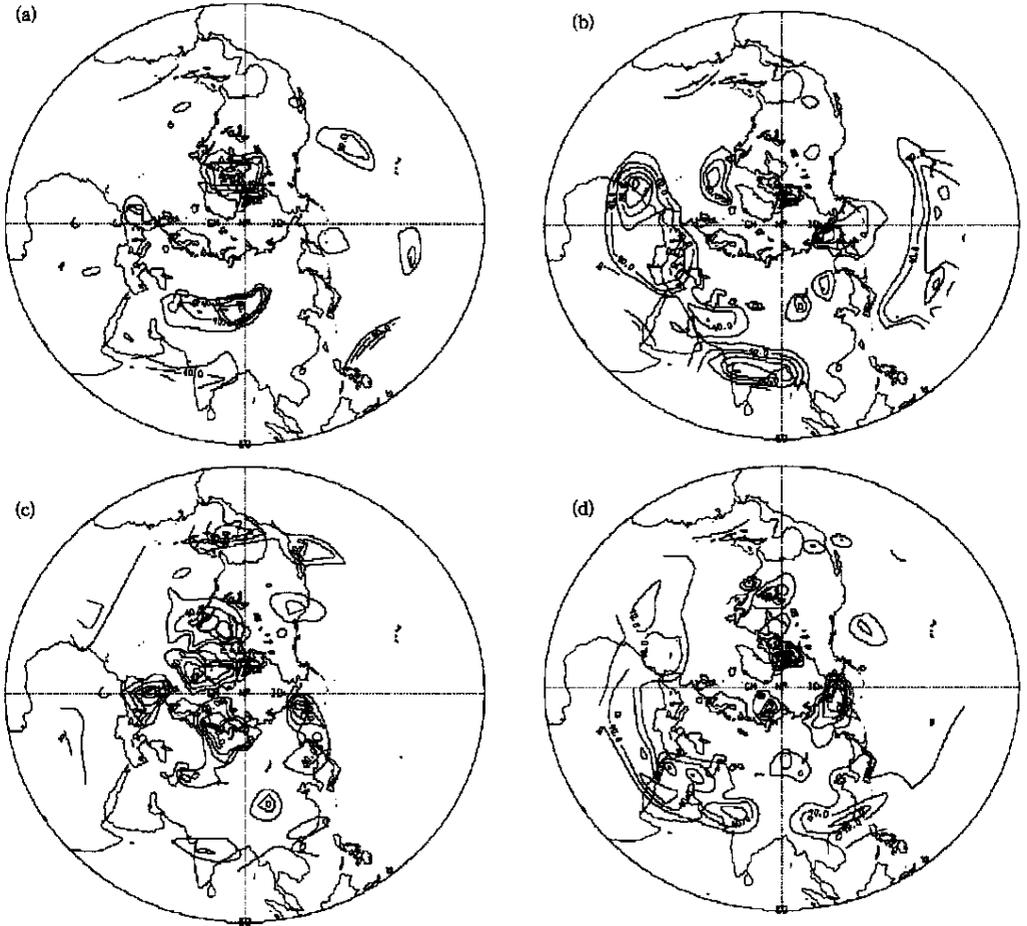


图 6 江淮地区夏季雨量与前期北半球 500 hPa 高度场遥相关不稳定性指数 S 对应的统计量 $|T|$ 的空间分布

(a) 上年秋季, (b) 上年冬季, (c) 当年春季, (d) 同期夏季(图中数值已乘以 10, 等值线间隔是 20(仅给出大于 20 的等值线)当 $|T| = 2.05$ 时, 达 0.05 信度, 当 $|T| = 2.77$ 时, 达 0.01 信度)

表 1 夏季 500 hPa 高度和海温主要年际振荡周期的年代际变化

序号	区域	1952~1976 年	1977~2000 年
1	热带西太平洋地区 500 hPa 高度 (25° N, 135° E)	2.5(2.26) 7.7(2.73)	2.6(3.84)* 3.7(6.60)**
2	中东地区 500 hPa 高度 (25° N, 55° E)	3.4(3.71)*	1.9(4.63)* 2.1(4.51)* 8.3(5.06)*
3	南海地区海温 (5~20° N, 110~125° E)	5.0(3.77)*	2.5(4.19)*

注: 表中数字为周期, 单位: 年。括号内是非整数功率谱分析中试验周期所对应的回归方程的统计量 F , 当 $F = 3.47$ 时, 达 0.05 信度, 当 $F = 5.78$ 时, 达 0.01 信度, *、** 分别表示达 0.05 和 0.01 信度水平。

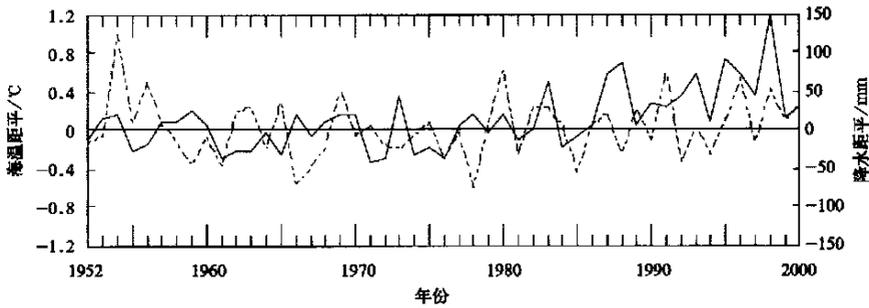


图7 1952~2000年期间夏季南海海温距平与江淮下游降水距平变化曲线
(实线是夏季南海海温距平,虚线是夏季江淮下游降水距平)

它对江淮夏季降水量的影响较小,因而这种耦合不存在。这表明南海地区海气系统相互作用激发的准2年振荡强度的年代际突变是导致夏季江淮降水量与东亚热带内外环流遥相关不稳定的主要原因。因此,PDO位相变化显著改变了冬季和夏季西太平洋和南亚到非洲北部地区年际时间尺度的海陆气系统非线性相互作用的特性,特别是夏季南海地区海气系统相互作用激发的年际尺度振荡的强度和频率,引起了这些地区环流与夏季江淮地区降水年际遥相关的不稳定。对于春季,遥相关不稳定区主要集中在北半球热带外地区,它表明春季中高纬度环流的年代际变化对于后期夏季江淮地区旱涝发生频率的长期变化也起重要作用。

上述分析表明,夏季江淮地区雨量与北半球500 hPa环流的年际遥相关受到太平洋海气系统年代际振荡(PDO)的显著影响,不同年代际背景状态下的年际遥相关型存在明显差异,即时滞遥相关过程和类型发生了显著变化,表现为遥相关时空分布的不稳定性,且不稳定区域随季节而变化(表2),它是气候系统年代际和年际时间尺度振荡之间非线性相互作用的结果。所以,在江淮地区夏季旱涝的中长期预测中,考虑环流年代际变化(10年以上)以及它与年际变化(2~7年)之间的复杂相互作用对于提高预测准确率是非常重要的。

表2 夏季江淮地区雨量与北半球500 hPa环流遥相关不稳定区域的季节变化

时间	不稳定区域
前期秋季	亚洲中部 加拿大北部地区
前期冬季	北太平洋低纬度 非洲北部 南亚 东亚中纬度 北美低纬度地区
前期春季	西西伯利亚 北大西洋高纬度 加拿大东部地区
同期夏季	热带西太平洋 东北亚 中东到非洲北部和东大西洋地区

3 结 论

(1) 通过观测资料分析表明,1952~1976年期间和1977~2000年期间夏季江淮地区雨量与前期北半球500 hPa季平均高度距平场的遥相关空间分布型和强度存在显著差异。对于前一时期,前期冬季(12月至翌年2月)WP型遥相关很显著,上年秋季和当年春季遥相关较弱。而后一时期,冬季WP型遥相关迅速减弱,春季EU型遥相关显著加强。对于同期夏

季的东亚太平洋(EAP)遥相关波列,在这两个时期中空间位相分布基本不变,但强度有明显变化,后一时期强度显著增加,它表明东亚季风降水与北半球环流年际遥相关受到太平洋海气系统年代际背景状态异常的显著影响。

(2) 这两个时期,夏季江淮地区雨量主要年际变化周期从 7~8 年周期振荡变为极显著的准 2 年振荡,即随着 1977 年以来太平洋年代际振荡(PDO)从负位相转成正位相,热带太平洋海温的持续上升,北太平洋中纬度地区 SST 持续偏低,夏季东北亚阻塞高压明显增强,这种气候背景态的改变导致年际时间尺度的东亚季风系统各分量间相互作用属性变化,江淮地区雨量不同周期的年际振荡能量也发生显著调整,主要年际振荡周期明显缩短,旱涝发生频率增加,从而改变了它与大气环流年际时间尺度上的时空相关性。

(3) 近 20 多年(1977~2000 年)来,夏季江淮地区雨量与前期春季西西伯利亚 500 hPa 高度距平存在极显著的正相关,而对于 1951~1976 年期间这种遥相关不存在。因此,在太平洋年代际振荡(PDO)正位相时期,前期春季西西伯利亚 500 hPa 高度距平变化对于后期夏季江淮地区旱涝形成有很好的预示性;对于 PDO 负位相时期,前期冬季 WP 型的作用占主导地位。

(4) 夏季西太平洋副热带地区和东北亚地区是显著遥相关不稳定区域,其中西太平洋副热带地区的遥相关不稳定区域的产生与南海地区海气系统相互作用激发的准 2 年振荡强度的年代际突变有密切联系。另外,中东到非洲北部和东大西洋地区还存在极显著的遥相关不稳定带。1977 年以来,非洲北部到中东地区和东亚热带内外地区环流的遥相关明显增强。对于前期冬季和春季,遥相关不稳定区域分别位于北太平洋中低纬度、东亚中纬度地区和西西伯利亚、北大西洋高纬度、加拿大东部地区。

(5) 由于气候系统年代际变化和年际变化存在强烈相互作用,从而导致气候系统中各分量之间的年际相关性随年代而变化,即年际变化与年代际变化之间存在非线性的关系,表现为极显著的年际遥相关的不稳定,部分地区相关符号甚至发生改变。因此建立含时变参数的多模式气候集合预测模型改进对这种多时间尺度(年际和年代际)物理过程不确定性的描写和模拟是提高气候预测精度的一个主要方面。

参 考 文 献

- 1 Trenberth K. Recent observed interdecadal climate changes in the Northern Hemisphere. *Bull Amer Meteor Soc*, 1990, **71**: 988~993.
- 2 Zhang Y, Wallace J M, Battisti D S. ENSO-like interdecadal variability: 1900-93. *J Climate*, 1997, **10**: 1004~1020.
- 3 Wu Renguang. A mid-latitude Asian circulation anomaly pattern in boreal summer and its connection with the Indian and East Asian summer monsoons. *Int J Climatol*, 2002, **22**(15): 1879~1895.
- 4 Tanaka M. Interannual and interdecadal variations of the western North Pacific monsoon and Baiu rainfall and their relationship to the ENSO cycle. *J Meteor Soc Japan*, 1997, **75**: 1109~1123.
- 5 Lau K M, Weng H. Interannual, decadal-to-interdecadal and global warming signals in sea surface temperature during 1955-1997. *J Climate*, 1999, **12**: 1257~1267.
- 6 Hu Yongyun, Tung Ka Kit. Interannual and decadal variations of planetary wave activity, stratospheric cooling, and Northern Hemisphere annular mode. *J Climate*, 2002, **15**(13): 1659~1673.
- 7 Allan R J, Lindesay J A, Reason C J C. Multidecadal variability in the climate system over the Indian Ocean region during the austral summer. *J Climate*, 1995, **8**: 1853~1873.

- 8 Folland C K, Palmer T N, Parker D E. Sahel rainfall and worldwide sea temperatures 1901—85. *Nature*, 1986, **320**: 602 ~ 607.
- 9 Kumar K, Rajagopalan K B, Cane M A. On the weakening relationship between the Indian monsoon and ENSO. *Science*, 1999, **284**: 2156 ~ 2159.
- 10 Janicot S, Trzaska S, Poccarr I. Summer Sahel ENSO teleconnection and decadal time scale SST variations. *Climate Dyn*, 2001, **18**: 303 ~ 320.
- 11 Chang C P, Zhang Y, Li T. Interannual and interdecadal variations of East Asia summer monsoon and tropical Pacific SSTs. Part I: Roles of the subtropical ridge. *J Climate*, 2000, **13**(24): 4310 ~ 4325.
- 12 Chang C P, Zhang Y, Li T. Interannual and interdecadal variations of East Asia summer monsoon and tropical Pacific SSTs. Part II: Meridional structure of the monsoon. *J Climate*, 2000, **13**(24): 4326 ~ 4340.
- 13 杨秋明. 冬季大尺度流型与夏季中国降水量. *气候与环境研究*, 1998, **3**(1): 65 ~ 72.
- 14 杨秋明. 初夏亚洲季风区环流低频振荡与长江下游持续暴雨. *应用气象学报*, 1993, **4**(3): 320 ~ 326.
- 15 Wallace J M, Gutzler D S. Teleconnection in the geopotential height field during the Northern Hemisphere winter. *Mon Wea Rev*, 1981, **109**: 784 ~ 812.
- 16 黄荣辉, 孙凤英. 热带西太平洋暖池的热状态及其上空的对流活动对东亚夏季气候异常的影响. *大气科学*, 1994, **18**(2): 141 ~ 151.
- 17 毛江玉, 谢安, 宋森云, 等. 海温及其变化对南海夏季风爆发的影响. *气象学报*, 2000, **58**(5): 556 ~ 569.
- 18 Li Chongyin, Long Zhenxia, Zhang Qingyun. Strong/ weak summer monsoon activity over the South China Sea and at atmospheric intraseasonal oscillation. *Advances in Atmospheric Sciences*, 2001, **18**(6): 1146 ~ 1160.

INSTABILITY OF INTERANNUAL TELECONNECTIONS BETWEEN THE SUMMER RAINFALL IN JIANGHUAI REGIONS AND THE 500 hPa CIRCULATION IN NORTHERN HEMISPHERE

Yang Qiu ming

(*Jiangsu Meteorological Observatory, Nanjing 210008*)

Abstract

The interdecadal variations of the interannual teleconnections between the summer rainfall in the Jianghuai regions and the 500 hPa height field anomalies over the Northern Hemisphere are studied based on both sets for two periods 1951—1976 and 1977—2000. A teleconnection instability index is introduced, and the spatial and seasonal variations of the instability are discussed. Results show that the difference of the teleconnection spatial distributions for two periods is dominant, in which the intensity of lagged teleconnection is stronger for the former period than the latter. Correlation of WP pattern in winter with summer rainfall in Jianghuai regions shows a coherent region of strong correlation before 1976 and no region with statistically significant correlation thereafter, but the correlation with EU pattern in spring was stronger for the latter period, and in the summer the correlation of EAP wave train with the rainfall is more significant for the latter than the former. It is resulted from the effects of Pacific decadal oscillation (PDO) on the interannual relationships between the East Asian monsoon rainfall and the circulation. This instability of the teleconnections is closely related to the interaction between interannual and interdecadal variations.

Key words: Summer rainfall in Jianghuai regions 500 hPa circulations Teleconnection Instability Interdecadal variations