

文章编号: 1673-1719 (2008) 01-0017-04



## 对中国东部夏季降水有重要影响的一种东亚遥相关型

濮冰<sup>1</sup>, 王绍武<sup>1</sup>, 朱锦红<sup>1, 2</sup>

(1 北京大学物理学院大气科学系, 100871;

2 Illinois State Water Survey, University of Illinois at Urbana-Champaign, Illinois, USA)

**摘要:** 利用重建的1880—1950年500 hPa高度场资料和1951—2004年的NCEP/NCAR再分析资料, 分析了年际尺度上东亚地区夏季大气环流变化特征。结果表明: 夏季在东亚沿岸存在一个明显的自北向南的正-负-正环流模态, 即鄂霍次克海阻塞高压与副热带高压存在一种同向变化、而它们之间区域的高度场为反向变化的遥相关关系; 同时分析了这种大气环流模态与1880—2004年中国东部地区夏季降水的关系。在年际尺度上, 正-负-正的环流模态与长江中下游地区和东北的降水有很好的正相关, 当夏季的环流处在阻塞高压偏强, 且副热带高压偏南偏强、日本及其以东地区上空高度场偏低时, 中国长江中下游地区和东北降水偏多。

**关键词:** 东亚大气环流; 夏季降水; 年际变化

**中图分类号:** P434/P426.61<sup>+4</sup> **文献标识码:** A

### 引言

在影响中国夏季降水的诸多因子中, 高空大气环流的变化始终是人们关注的重点之一, 而东亚地区尤其是东亚沿海至太平洋地区的环流分布对我国的夏季降水有着重要的影响。为此, 我们利用由龚道溢等<sup>[1]</sup>重建的1880—1950年500 hPa高度场月资料和1951—2004年的NCEP/NCAR再分析资料, 建立了一套分辨率为5°纬度×10°经度的1880—2004年四季500 hPa高度场距平(对1971—2000年平均)资料。结合重建的1880—2004年中国东部71个站四季降水量序列<sup>[2]</sup>, 尝试对近百年来东亚大气环流的变化及其与中国东部夏季降水的关系作一个简要的讨论。

### 1 东亚大气环流的一种重要模态

夏季长江中下游地区的降水量常达700 mm以上,

是洪涝灾害的多发地区。而沿江地区人口密集, 经济发达, 一旦有洪涝灾害发生往往会造成巨大的生命财产损失。

从天气学的角度看, 长江流域的降水往往与大范围的大气环流形势有关。东亚地区夏季500 hPa高度场上最突出的两个系统就是中高纬地区的阻塞高压和低纬的西太平洋副热带高压。大量研究表明, 东亚地区阻塞高压对我国的夏季降水有重要影响<sup>[3-6]</sup>。当中高纬阻塞形势突出时, 环流以经向为主, 贝加尔湖地区往往形成槽区引导冷空气南下活动。一旦南方有充足的暖湿气流北上, 两者在长江流域交汇就容易形成持续性降水。另一方面, 副热带高压的位置和强度在很大程度上决定了夏季降水的位置和强度<sup>[7-8]</sup>。当副高偏强、偏南的时候, 长江中下游地区往往降水偏多。对于长江流域的夏季降水而言, 是否存在一个特定的大气环流模态代表了阻塞高压与副热带高压相联系的环流形势, 如果有, 这种模态又在哪种时间尺度上表现突出并且影响我国

收稿日期: 2007-04-13; 修订日期: 2007-10-08

基金项目: 国家自然科学基金项目“20世纪中国气候变率的模拟研究”(40205011)资助

作者简介: 濮冰(1982-), 女, 硕士研究生, 主要从事气候变化研究。E-mail: pubing@pku.edu.cn

的夏季降水呢?

由于阻塞高压<sup>[9-10]</sup>和西太平洋副热带高压<sup>[11-12]</sup>都有明显的年际变化,故尝试从年际变化的角度来研究环流的分布形态。考虑到1951年之前的资料为重建资料,所以我们首先分析1951—2004年夏季(6—8月)的500 hPa高度场资料。通过9点高通滤波得到年际分量,然后取 $10^{\circ} \sim 75^{\circ} \text{N}$ ,  $100^{\circ} \sim 170^{\circ} \text{E}$ 区域做EOF分析,得到EOF-1在东亚沿海地区自北向南呈现明显的正-负-正环流空间分布。如图1(a)所示,在 $55^{\circ} \sim 70^{\circ} \text{N}$ ,  $120^{\circ} \sim 160^{\circ} \text{E}$ 区域和 $15^{\circ} \sim 30^{\circ} \text{N}$ ,  $105^{\circ} \sim 140^{\circ} \text{E}$ 区域出现两个正中心,尤其是在高纬地区,正中心强度较大;而从中国东北到日本及其以东地区的高空则是明显的负值中心。对1880—1950年重建的夏季500 hPa高度场资料作同样的分析,得到类似的结果,表现为EOF-2,如图1(b)所示,自北向南是明显的正-负-正格局,只是高纬正中心呈更明显的带状,而中纬负中心强度和范围更大,低纬正中心范围则较小。虽然前期这种遥相关型只表现为EOF-2,不如后期那么显著,但正-负-正模态依然存在并且突出。由于图1(a)为观测资料的结果,而图1(b)来自代用资料,两者分布的一致性也说明了重建资料的可靠性。把两个序列相连后对整个1880—2004年高度场资料的年际分量(滤波后为1884—2000年)做EOF分析,得到了与前者一致的结果,EOF-1自北向南表现出正-负-正交替的分布(图1c)。从对应的位置来看,正

中心与西太平洋副高和鄂霍次克海阻高基本一致,而负值中心则在地面梅雨锋以北。表明在该区域夏季高空存在着一个典型的环流模态,对应副高和鄂海阻高在年际尺度上的同向变化,表现为EOF-1,说明了这种模态在东亚大气环流变化中的重要地位。

## 2 与中国东部夏季降水的关系

进一步分析这种环流型与我国夏季降水的关系。把上文EOF-1的时间序列(1884—2000年)作为东亚地区正-负-正环流模态的指数 $I$ 。对中国东部71个站1880—2004年夏季的降水序列同样滤去年代际变化然后与指数 $I$ 求相关,得到相关空间分布(图2)。从图2上可以看出,整个东部地区从北到南基本呈现正-负-正-负交替的空间分布。东北和长江流域与上述环流型存在显著的正相关而华北和华南地区则显示出弱的负相关。表明当东亚上空出现如图1的正-负-正环流分布格局,即500 hPa高度场上阻塞高压强度偏大、副高偏南偏强、日本及其以东地区高空气压场偏低时,易导致我国夏季长江流域和东北降水偏多,而华北和华南降水偏少,反之亦然。

从东北地区的高相关区选择齐齐哈尔、林东、通辽、长春、沈阳等5个站,长江中下游流域选择东台、南京、汉口、上海、岳阳等5个站建立降水序列(同样经过9点高通滤波滤去了年代际变化)。图3反映了这两个区域的降水距平与东亚地区环流指数 $I$

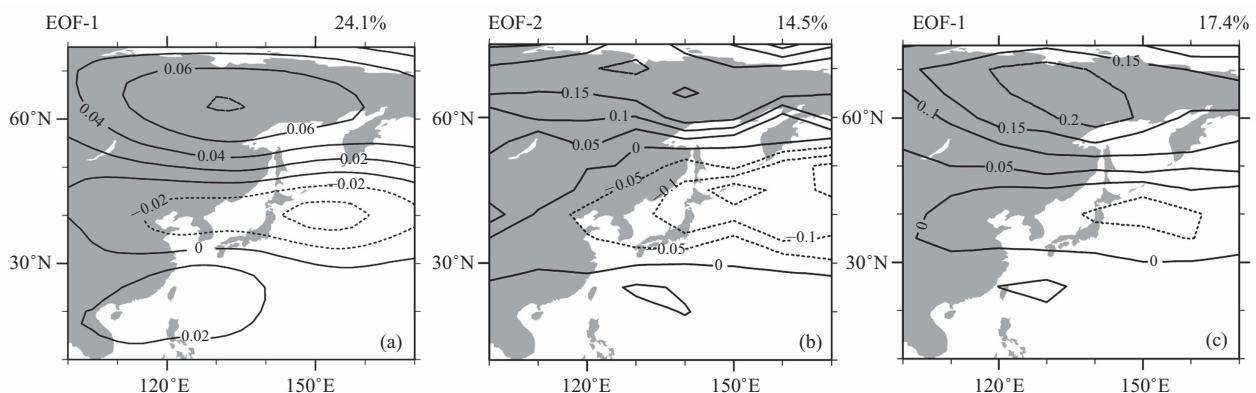


图1 500 hPa高度场年际分量(通过9点高通滤波)的EOF场  
(a) 1951—2004年 EOF-1, (b) 1880—1950年 EOF-2, (c) 1884—2000年 EOF-1

Fig. 1 EOF eigenvector fields of interannual components (after 9 points Gauss filtering) of 500 hPa geopotential heights  
(a) EOF-1 of 1951—2004, (b) EOF-2 of 1880—1950, (c) EOF-1 of 1884—2000

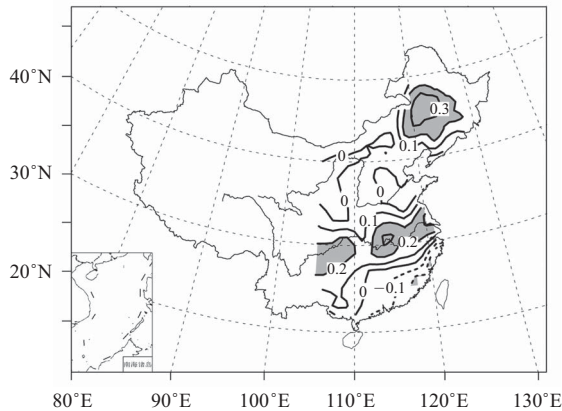


图2 500 hPa 高度场年际分量 EOF-1 时间序列与 1880—2004 年中国东部夏季降水量序列年际分量的相关分布 (阴影部分达 95% 信度)

Fig. 2 Spatial distribution of correlation between the EOF-1 temporal coefficients of interannual components of 500 hPa geopotential heights and the interannual components of summer precipitation in eastern China during 1880–2004 (Shaded areas denote the 95% confidence level)

的年际变化。进一步分析三者关系可见, 1884—2000 年 117 a 中东北和长江中下游降水序列分别有 77 a 和

75 a 与指数  $I$  的变化一致, 相关系数分别达到了 0.42 和 0.39, 通过了 95% 信度。环流指数最突出的 10 个高值年 (图 3 中黑色标出, 分别为 1998, 1991, 1899, 1906, 1959, 1941, 1980, 1938, 1969, 1945 年) 和 10 个低值年 (灰色标出, 分别为 1950, 1898, 1999, 1972, 1909, 1958, 1978, 1976, 1989, 1886 年) 与长江中下游地区和东北的涝年和旱年都有较好的对应, 其中环流指数与长江中下游降水量距平序列同为正值的有 9 a, 同为负值的有 8 a; 与东北降水量距平序列同为正值的有 7 a, 同为负值的有 9 a。

### 3 结论

东亚  $10^{\circ} \sim 75^{\circ} \text{N}$ ,  $100^{\circ} \sim 170^{\circ} \text{E}$  区域的夏季 500 hPa 高度场上在年际尺度上最突出的空间分布模态是自北向南的正—负—正环流分布。这种环流分布型反映了西太平洋副热带高压与阻塞高压同向变化的一种遥相关型。进一步研究表明, 这种模态与中国夏季降水有重要的联系。当东亚上空阻塞高压

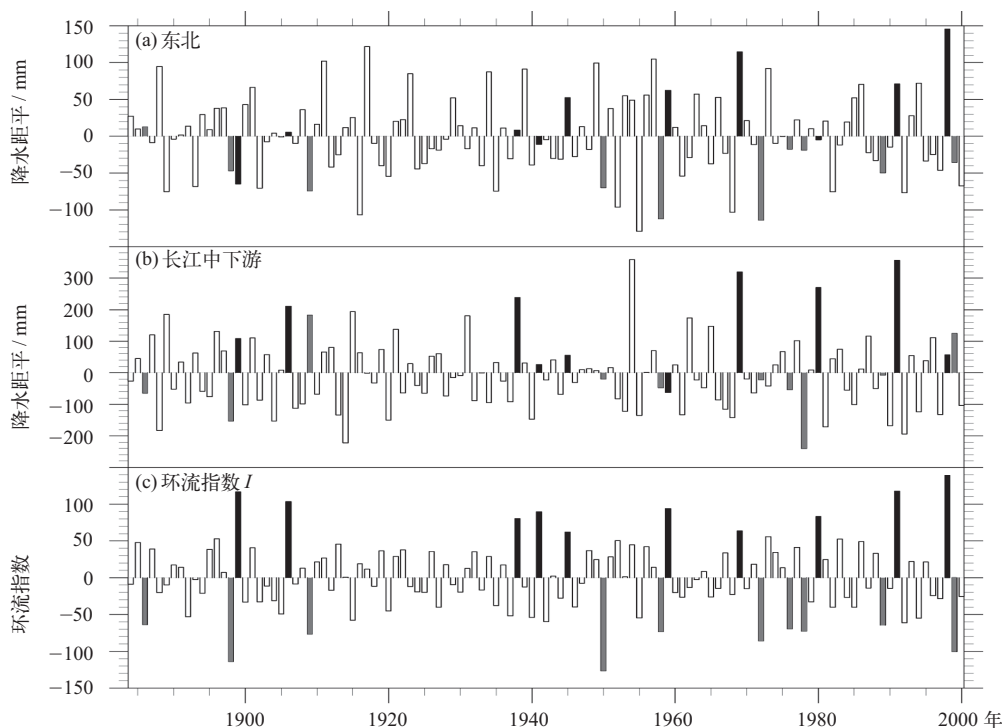


图3 1884—2000 年中国东北地区 (a), 长江中下游地区 (b) 夏季降水量距平序列和环流指数  $I$  (c) 的年际变化 (黑柱对应环流指数高值年, 灰柱对应环流指数低值年)

Fig. 3 Summer precipitation anomaly series in Northeast China (a) and the middle and lower reaches of the Yangtze River (b), and the circulation index (c) during 1884–2000 (after 9 points Gauss filtering)

偏强和副高偏南偏强、日本及其以东地区高空气压场偏低时,东北和长江中下游地区的降水偏多。通过对125 a的大气环流和中国降水资料的分析表明,这种模态及其与中国东部夏季降水的关系是稳定的。这也说明了这种模态的重要性。■

### 参考文献

- [1] 龚道溢, 王绍武. 恢复近百年北半球500 hPa高度场的试验[J]. 热带气象学报, 2000, 16(2): 148-154
- [2] 濮冰, 王绍武, 朱锦红. 中国东部四季降水量变化空间结构的研究[J]. 北京大学学报(自然科学版), 2007, 43: 620-629
- [3] 陈汉耀. 1954年长江淮河流域洪水时期的环流特征[J]. 气象学报, 1957, 28(10): 1-12
- [4] 廖荃荪, 赵振国. 东亚阻塞形势与西太平洋副高的关系及其对我国降水的影响[C]//“长期天气预报理论、方法和资料库建立”研究项目总课题组. 长期天气预报论文集. 北京: 气象出版社, 1990: 125-135
- [5] 林学椿, 张素琴. 1998年中国特大洪涝时期的环流特征[J]. 地球物理学报, 2000, 43(5): 607-615
- [6] 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(自然科学版), 2002, 32(2): 186-192
- [7] 陶诗言, 徐淑英. 夏季江淮流域持久旱涝现象的环流特征[J]. 气象学报, 1962, 32(1): 1-10
- [8] He Jinhai, Zhou Bin, Wen Min, *et al.* Vertical circulation structure, interannual variation features and variation mechanism of western Pacific subtropical high [J]. *Advances in Atmospheric Sciences*, 2001, 18(4): 497-510
- [9] 陆日宇, 黄荣辉. 东亚-太平洋遥相关型波列对夏季东亚阻塞高压年际变化的影响[J]. 大气科学, 1998, 22(5): 727-734
- [10] 李峰, 丁一汇. 近30年夏季亚欧大陆中高纬度阻塞高压的统计特征[J]. 气象学报, 2004, 62(3): 347-354
- [11] 刘屹岷, 吴国雄. 副热带高压研究回顾及对几个基本问题的再认识[J]. 气象学报, 2000, 58(4): 500-512
- [12] 尤卫红, 赵付竹. 夏季北太平洋副热带高压年际变化的特征尺度及其时空演变[J]. 云南大学学报(自然科学版), 2007, 29(1): 40-48

## An East Asian Teleconnection Mode in Relation to Summer Precipitation in Eastern China

Pu Bing<sup>1</sup>, Wang Shaowu<sup>1</sup>, Zhu Jinhong<sup>1,2</sup>

(1 Department of Atmospheric Sciences, School of Physics, Peking University, Beijing 100871, China;

2 Illinois State Water Survey, University of Illinois at Urbana-Champaign, Illinois, USA)

**Abstract:** Using the reconstructed 500 hPa geopotential height data in 1880-1950 and the 500 hPa geopotential height reanalysis data from NCEP/NCAR in 1951-2004, the characteristics of the atmospheric circulation in East Asia on the interannual scale were analyzed. A prominent meridional teleconnection mode of 500 hPa positive-negative-positive height anomaly (P-N-P) from north to south was found along the east-coast of East Asia in summer. The mode reflects the in-phase variations in Okhotsk blocking high and west Pacific subtropical high. The relationship of the circulation mode with the summer precipitation in eastern China was also studied. The results show that the P-N-P anomaly circulation mode correlates well with the precipitation in the middle and lower reaches of the Yangtze River and Northeast China on the interannual scale. When the blocking high becomes stronger, and the subtropical high locates southward and is stronger than normal, the precipitation in the middle and lower reaches of the Yangtze River and Northeast China is above normal.

**Key words:** circulation in East Asia; summer precipitation; interannual variation