

# 2005年江淮流域入梅偏晚的成因分析

汪 靖<sup>1</sup> 刘宣飞<sup>1</sup> 韩桂荣<sup>2</sup> 何金海<sup>1</sup>

(1. 南京信息工程大学大气科学系, 210044; 2. 江苏省气象台)

**提 要:** 2005年是江淮流域入梅偏晚年。利用NCEP/NCAR再分析资料、OLR资料和江苏省气象台提供的2005年逐日降水资料,对2005年江淮流域入梅前的异常环流形势进行分析,探讨了西太平洋副热带高压和低层中高纬冷空气的活动异常与东亚大槽、中西太平洋ITCZ以及东亚副热带高空西风急流等活动异常的关系。结果表明,入梅前,东亚大槽发展强盛,ITCZ偏弱以及东亚副热带高空西风急流强劲少动导致西太平洋副热带高压北抬偏晚。同时,东亚副热带高空西风急流的强劲少动也使南下冷空气势力强劲,中低层副热带锋区偏南,抑制了暖湿的东亚夏季风向江淮流域推进。东亚副热带高空西风急流和西太平洋副热带高压向北突跳偏晚是江淮流域2005年入梅偏晚的主要原因。

**关键词:** 晚梅 副热带高压 东亚夏季风 西风急流

## Causality Analysis of Late Meiyu over the Changjiang and Huaihe River Basins in 2005

Wang Jing<sup>1</sup> Liu Xuanfei<sup>1</sup> Han Guirong<sup>2</sup> He Jinhai<sup>1</sup>

(1. Department of Atmospheric Sciences, Nanjing University of Information Science & Technology, 210044;  
2. Jiangsu Meteorological Observatory)

**Abstract:** The onset of Meiyu over the Changjiang and Huaihe River Basins in 2005 is late. Based on NCEP/NCAR reanalysis data, OLR data and daily precipitation data in 2005, the anomalous circulation conditions are analyzed. The abnormal activities of East Asia major deep trough, mid-west Pacific ITCZ and East Asian subtropical upper westerly jet, and their

资助项目: 上海市气象局“副热带季风研究及预报技术开发”课题资助

收稿日期: 2006年5月26日; 修定稿日期: 2006年10月13日

relationship with the anomalous subtropical high and cold air are discussed. The results show that the late northward-jumping of the subtropical high is caused by the exceptional deep trough of East Asia, the East Asian subtropical upper westerly jet and the weak ITCZ. Additionally, the cold wave is strengthened by the strong upper westerly jet and the subtropical frontal zone is to the south of its normal location. The propagation of warm and wet summer monsoon towards the Changjiang—Huaihe River Valley is prevented by the strong cold air forcing. The late northward-shift of upper westerly jet and the subtropical high is the main reason for the late onset of Meiyu in 2005.

**Key Words:** Meiyu the subtropical high East Asian summer monsoon subtropical upper westerly jet

## 引 言

江淮流域 ( $28\sim 34^{\circ}\text{N}$ 、 $110^{\circ}\text{E}$  以东) 的梅雨季节是我国著名的雨季, 平均发生在每年的六月中旬到七月上旬<sup>[1]</sup>, 是东亚大气环流由春到夏 (即入梅前后) 的季节转换与突变的一个重要阶段<sup>[2,3]</sup>, 也体现了东亚夏季风的强弱及其推进到江淮流域的早晚。梅雨期降水量的多少与我国长江、淮河流域旱涝有极其紧密的关系, 所以梅雨日期的预报以及入梅前后大气环流形势及其调整演变过程显著特征的研究已经受到国内许多气象学者的关注。徐群<sup>[4]</sup>研究了 1991 年江淮流域入梅偏早的成因; 周曾奎等<sup>[5,6]</sup>分析了 1996 年和 2000 年江淮入梅前后的环流形势, 总结了江淮梅雨预报的着眼点; 姚建群等<sup>[7]</sup>分析了 1999 年上海梅汛期之前异常的环流形势, 指出梅雨量偏多的原因; 姚学祥等<sup>[8]</sup>对比分析了非典型梅雨和典型梅雨, 指出它们之间的环流形势有很大差别; 杨义文<sup>[9]</sup>的研究指出梅雨期异常环流形势和中国夏季旱涝分布密切相关。

20 世纪 80 年代初, 中央气象台开展了梅雨问题的广泛讨论, 林春育<sup>[10]</sup>总结了这次讨论, 认为梅雨期的开始和大气环流的季节性变化紧密联系。2005 年江淮流域入梅

偏晚, 在其前期一定有异常的环流季节性变化和前兆信号。本文着重对 2005 年江淮入梅前的异常环流背景进行诊断分析, 寻找出 2005 年江淮流域入梅偏晚的成因, 为今后入梅日期预报提供一些参考依据。

## 1 资料与方法

本文所使用的资料有: (1) 1954—2005 年 NCEP/NCAR 再分析日平均数据资料集, 包括纬向风  $u$ 、经向风  $v$ 、位势高度  $\phi$  和比湿  $q$ , 空间分辨率为  $2.5^{\circ}\times 2.5^{\circ}$ , 垂直方向分为 17 层;

(2) NOAA 全球逐日射出长波辐射 (OLR) 资料, 空间分辨率为  $2.5^{\circ}\times 2.5^{\circ}$ , 资料年代为 1974—2005 年;

(3) 江苏省气象台提供的 1954—2004 年的江淮流域入梅日期和 2005 年江淮流域逐日降水资料。

文中根据江苏省气象台统计的 1954—2004 年共 51 年的入梅日期计算出江淮流域平均入梅时间为 6 月 18 日, 这和杨义文等<sup>[11]</sup>给出的一套 1885—2000 年共 116 年长江中下游梅雨资料计算出的平均入梅日期相一致。江苏省气象台根据下列标准来确定历年入梅日期: (1) 5—6 月份, 当 500hPa 印度加尔各答稳定西风结束, 出现东西风相间

以后,  $120^{\circ}\text{E}$  的副热带高压脊线位置北跳到  $20^{\circ}\text{N}$  以北且稳定在  $18^{\circ}\text{--}25^{\circ}\text{N}$  之间达 4 天以上; (2) 副热带高压北跳以后, 5 天内至少有 4 天, 或 10 天内至少有 7 天的阴雨日; (3) 连阴雨开始以后 5 天内有一次大到暴雨以上的雨日; (4) 日平均温度入梅前后连续 4 天以上达  $22^{\circ}\text{C}$  以上。

江苏省气象台根据上述入梅的划定标准, 并结合江苏淮河以南的区域性降水开始日期为 6 月 25 日这一条件, 确定了 2005 年江淮流域入梅日期为 6 月 25 日。以比江淮流域平均入梅时间晚 1 候来定义入梅偏晚的年份, 可以清楚看出 2005 年是江淮入梅偏晚年。为了研究 2005 年江淮流域入梅偏晚的成因, 文中给出的物理量场距平均是指 2005 年与多年 (1954—2004 年) 平均的同期差值场。

## 2 2005 年江淮流域入梅前后雨量演变特征

选取江淮流域空间分布比较均匀的 10 个代表站<sup>[12]</sup> (东台、高邮、宝应、淮阴、阜宁、南京、溧阳、常州、苏州和南通), 计算了 2005 年以入梅日为 0 天的江淮流域 10 站平均雨量演变序列 (图 1)。-2 天 (6 月 23 日) 以后,  $120^{\circ}\text{E}$  的副热带高压脊线稳定通过  $20^{\circ}\text{N}$  (图略), 在此之前, 江淮流域于 -6 天 (19 日) 出现一次降水较大的春雨 (图 1)。6 月 25 日入梅以后, 东亚夏季风推进至江淮流域, 雨量迅速增加, 在 +3 天达到极值, +5 天后雨量急剧减少, 梅雨趋于结束。由此可见, 和气候平均状态下东亚夏季风于 6 月 4 候推进至江淮流域相比, 2005 年东亚夏季风的推进偏晚一周左右。

## 3 2005 年江淮流域入梅偏晚的成因

陶诗言<sup>[3,13]</sup> 的早期研究发现江淮流域的

入梅早晚与东亚上空大尺度大气环流的季节性突变有很密切的联系, 梅雨期的开始发生在亚洲上空行星风带向北突然推进的时期。同时, 江淮梅雨季节开始的早晚也在一定程度上和亚洲夏季风向北推进到江淮流域的早晚紧密相关。

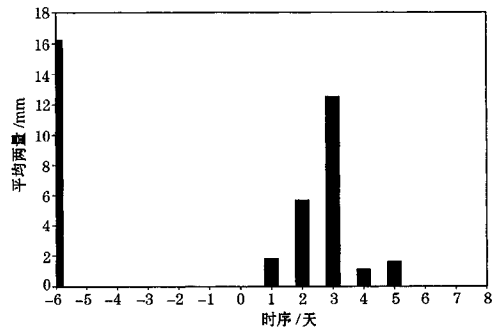


图 1 2005 年江淮流域入梅前后平均雨量的时间演变

### 3.1 西太平洋副热带高压季节性北跳偏晚

2005 年江淮入梅前 3 候 (图 2a), 亚欧中高纬 ( $50^{\circ}\text{--}70^{\circ}\text{N}$ ) 以纬向环流为主, 从乌拉尔山经贝加尔湖到鄂霍次克海地区是低槽区, 位势高度呈现负距平, 西风带阻塞高压较弱。这和姚学祥等<sup>[8]</sup> 分析的非典型梅雨环流形势相一致。东亚沿岸为一致的负距平区, 东亚大槽发展强盛, 导致西太平洋副热带高压 (以下简称副高) 不易西伸和北抬, 主体位于菲律宾以东洋面。入梅前 2 候 (图 2b), 东亚沿岸的负距平的范围缩小, 强度减弱, 东亚大槽减弱北缩, 副高开始增强西伸和北抬。入梅前 1 候 (图 2c), 东亚大槽已基本减弱北撤, 副高进一步季节性北跳, 588 线范围扩大,  $120^{\circ}\text{E}$  的副高压脊线已稳定通过  $20^{\circ}\text{N}$ , 和多年平均情况下副高 6 月 4 候稳定通过  $20^{\circ}\text{N}$ <sup>[14]</sup> 相比偏晚 1 候左右。

在亚洲夏季风系统中<sup>[15,16]</sup>, 副高、南海和赤道西太平洋的季风槽 (ITCZ) 以及

印度和南海季风气流是其主要成员，它们之间是相互联系和相互作用的，其中位于南海

和赤道西太平洋的 ITCZ 的活动异常也造成 2005 年副高增强北跳偏晚。

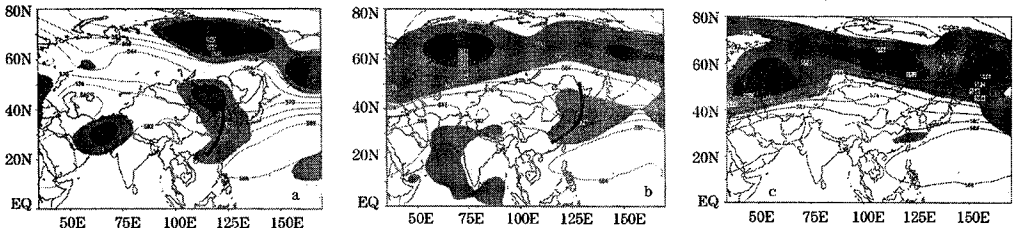


图 2 2005 年江淮流域入梅前 500 hPa 候平均高度场分布 (单位: dagpm)

(a) 前 3 候; (b) 前 2 候; (c) 前 1 候

阴影部分为位势高度负距平, 粗实线表示东亚大槽槽线

热带和副热带地区作为整个大气的热量、动量和水汽源地，是研究亚洲夏季风系统成员活动异常成因的出发点，ITCZ 的活动异常影响副高北跳的动力学和热力学成因何在？图 3 给出 6 月西太平洋 OLR 逐日演变情况，由图 3 可见，在多年平均状态下，6 月份 OLR 值有一个稳步减小的过程，对流不断加强，产生大量的凝结潜热，这有利于 ITCZ 逐渐增强北移和副高的北抬；而 2005 年入梅前 ITCZ 活动异常，在 6 月 12 日以前 OLR 值大幅增加，以后多小幅波动，潜热的累积偏少且赤道槽较平均状况相比处于偏南位置（图略）。利用吴国雄等<sup>[17]</sup>提出的全型垂直涡度倾向方程，可以得出空气垂直涡度倾向和大气南北方向斜压性的改变呈正相关。当 ITCZ 中对流活动较强时，大量凝结潜热的释放使副高南北侧大气斜压性产生较大改变，此时副高南侧气旋性涡度迅速增加，这被称为倾斜涡度发展，对流加强也造成了经向 Hadley 环流在副热带地区的下沉加强，导致副高迅速增强北抬。和多年平均相比，2005 年 ITCZ 显得不活跃，较少的凝结潜热释放使副高季节性增强北抬偏晚，在入梅前较长时间处于偏南位置，徐海明和何金海等<sup>[18]</sup>的分析和数值模拟也证明了以上的观点。

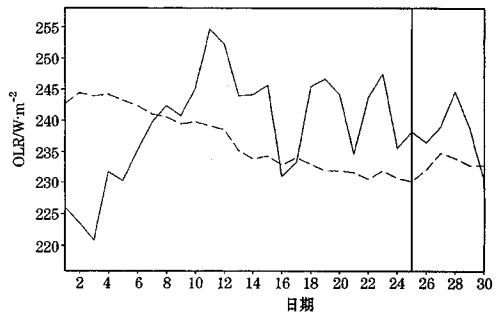


图 3 6 月中西太平洋 ITCZ (5°~20°N、120°~180°E) OLR 逐日演变

实线为 2005 年, 虚线为 1974—2004 平均, 竖实线所指示的日期为 2005 年江淮入梅时间

### 3.2 东亚夏季风推进至江淮流域偏晚

图 4 给出 2005 年 6 月东亚地区 (105~120°E) 850hPa 距平风场的演变。由图可以看出，2005 年 6 月 6 日南海附近开始出现西南风距平，随后东亚季风涌进一步向北推进。但江淮流域 10 日以后出现显著的负经向风距平，指示南下冷空气势力强大，阻碍暖湿的东亚夏季风涌向江淮流域推进。直至 25 日以后北风距平开始减弱，暖湿季风涌才开始大量北上，与冷空气交绥与江淮流域，梅雨建立，这与图 1 所分析的结果相一致。

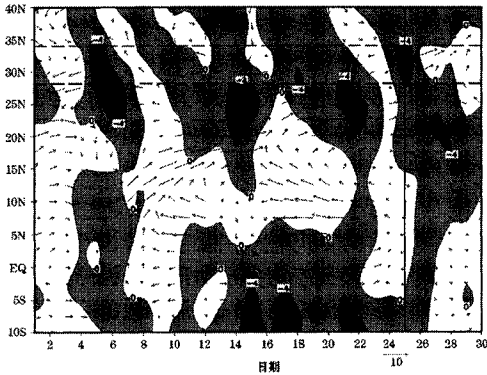


图 4 2005 年 6 月东亚地区 850hPa 距平风场纬度-时间剖面 (单位:  $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ )

阴影部分为经向风负距平, 虚线所围的区域为江淮流域, 竖实线所指示的日期为 2005 年江淮入梅时间

### 3.3 东亚副热带高空西风急流季节性北撤偏晚

一般情况下, 东亚副热带高空西风急流的向北突跳是指急流中心位置从  $31^{\circ}\text{N}$  附近跳至  $38^{\circ}\text{N}$  附近, 并且不再退回  $35^{\circ}\text{N}$  以南。从入梅前纬向风距平 (图 5) 可以看出, 入梅前 3 候, 在东亚地区  $30^{\circ}\text{N}$  附近, 200 hPa 高度上出现强西风急流中心, 对流层中低层为负距平, 体现了东风异常, 中低层副热带锋区位于  $30^{\circ}\text{N}$  附近; 前 2 候, 对流层高层西风加强少动, 急流中心风速增加, 中低层西风加强北进, 整层异常西风急流中心自上而下向南倾斜, 这种形势有利于高层较大的西风异常不断向中低层传输动量和能量, 造成中低层西风带副热带锋区和冷空气南压, 这解释了图 4 中东亚夏季风向江淮推进受阻的原因; 前 1 候, 高空西风急流减弱北撤至  $50^{\circ}\text{N}$  附近, 锋区随之北抬至  $30^{\circ}\text{N}$  以北, 江淮梅雨建立。李崇银等<sup>[19]</sup>的研究指出, 在气候平均意义下东亚地区江淮入梅前高空西风急流平均北撤时间为 6 月 2 候, 2005 年高空西风急流北撤明显偏晚。

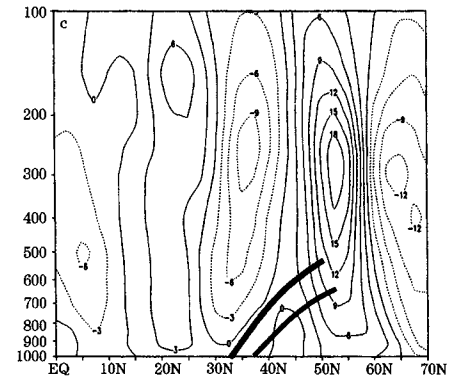
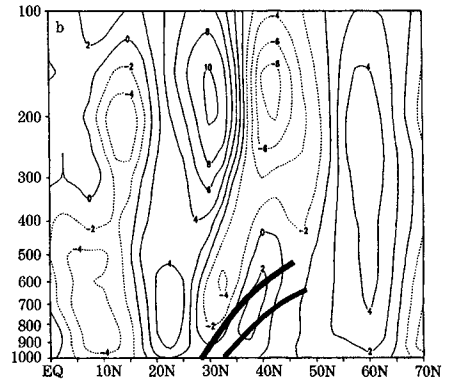
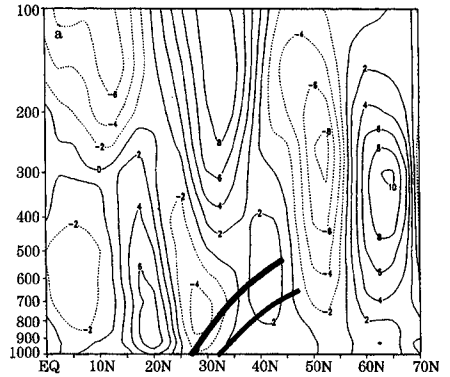


图 5 2005 年江淮流域入梅前东亚地区 ( $105^{\circ}\sim 120^{\circ}\text{E}$ ) 候平均纬向风距平的纬度-高度剖面 (单位:  $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ )

(a) 前 3 候; (b) 前 2 候; (c) 前 1 候  
粗实线所包围的区域是  $120^{\circ}\text{E}$  副热带锋区所在位置

## 4 结论与讨论

通过以上的分析, 得到以下几点结论:

(1) 2005 年江淮入梅前, 东亚大槽发展强盛, 中西太平洋 ITCZ 偏弱, 东亚副热带高空西风急流强劲少动且季节性减弱北撤偏晚。这些因素<sup>[20]</sup>是副高偏弱和季节性增强北跳偏晚的主要原因。高空强劲的西风急流在北撤前不断向中低层传输动量和能量, 造成副热带锋区持续偏南和冷空气势力强劲, 东亚夏季风向江淮流域推进偏晚。

(2) 东亚上空大气环流季节性突变, 即“六月突变”, 主要体现在江淮流域入梅以前副高第一次北抬和中纬度东亚副热带高空西风急流向北突跳<sup>[21,22]</sup>, 环流突变以后江淮梅雨建立。2005 年江淮流域入梅以前, 高空西风急流和副高向北突跳偏晚, 造成东亚大气环流季节性突变偏晚, 因而 2005 年江淮流域入梅也偏晚。

(3) 以往的研究表明, 厄尔尼诺事件<sup>[23]</sup>、西太平洋暖池和中北大西洋海温<sup>[24,25]</sup>以及亚洲夏季风系统其他成员(如赤道气流<sup>[26]</sup>)对江淮流域入梅也有关联, 至于它们影响的相对重要性还需要深入探讨。另外, 文中仅分析了 2005 年入梅偏晚的成因, 影响江淮入梅的其他原因还需要通过数值试验和大量个例研究来获得。

**致谢:** 谨向国家自然科学基金委员会地球科学部南京信息工程大学大气资料服务中心及本研究使用资料的原提供单位 NOAA-CIRES Climate Diagnostics Center, 致以深切谢意。

## 参考文献

- [1] 朱乾根, 林锦瑞, 寿绍文, 等. 天气学原理与方法(第三版) [M]. 北京: 气象出版社, 2000: 350-351.
- [2] 丁一汇, 村上胜人. 东亚季风 [M]. 北京: 气象出版社, 1994: 1-362.
- [3] 陶诗言. 东亚的梅雨期与亚洲上空大气环流季节变化的关系 [J]. 气象学报, 1958, 29 (2): 119-133.
- [4] 徐群. 1991 年江淮流域入梅期异常偏早的成因分析 [J]. 气象, 1992, 18 (9): 17-20.
- [5] 周曾奎, 张欣, 杨秋明. 对 1996 年江淮梅雨的剖析 [J]. 气象, 1997, 23 (2): 15-20.
- [6] 张欣, 周曾奎, 邓华军, 等. 2000 年江淮梅雨的分析 and 中期预报着眼点 [J]. 气象, 2001, 27 (7): 30-34.
- [7] 姚建群, 张家澄, 陈永林. 1999 年上海梅雨异常的环境特征及其成因 [J]. 气象, 2000, 26 (9): 31-35.
- [8] 姚学祥, 王秀文, 李月安. 非典型梅雨与典型梅雨对比分析 [J]. 气象, 2004, 30 (11): 38-42.
- [9] 杨义文. 长江中下游梅雨与中国夏季旱涝分布 [J]. 气象, 2002, 28 (11): 11-15.
- [10] 林春育. 关于梅雨问题讨论中的几个问题 [J]. 气象, 1981, 7 (7): 12-14.
- [11] 杨义文, 徐群, 杨秋明. 近 116 年长江中下游的梅雨(二) [M]. 暴雨·灾害, 2001: 62-65.
- [12] 徐群. 近 46 年江淮下游梅雨期的划分和演变特征 [J]. 气象科学, 1998, 18 (4): 318.
- [13] 陶诗言. 中国之暴雨 [M]. 北京: 科学出版社, 1980: 98-104.
- [14] 周曾奎. 江淮梅雨的分析 and 预报 [M]. 北京: 气象出版社, 2006: 14.
- [15] Krishnamurti T N. Tropical Meteorology, Compendium of Meteorology [M]. Vol. II, Part 4. 北京: 气象出版社, 1983: 364.
- [16] Tao Shiyan and Chen Longxun. A review of recent research on the East Asian summer monsoon in China. Monsoon Meteorology [M]. Oxford University Press, 1987: 60-92.
- [17] 吴国雄, 刘还珠. 全型垂直涡度倾向方程和倾斜涡度发展 [J]. 气象学报, 1999, 57 (1): 3.
- [18] 徐海明, 何金海, 周兵. 江淮入梅前后大气环流的演变特征和西太平洋副高北跳西伸的可能机制 [J]. 应用气象学报, 2001, 12 (2): 154-157.
- [19] 李崇银, 王作台, 林士哲, 等. 东亚夏季风活动与东亚高空西风急流位置北跳关系的研究 [J]. 大气科学, 2004, 28 (5): 648-657.
- [20] 赵兵科, 姚秀萍, 吴国雄. 2003 年夏季淮河流域梅雨期西太平洋副高结构和活动特征及动力机制分析 [J]. 大气科学, 2005, 29 (5): 775-776.
- [21] 周曾奎. 划定梅雨期应以环流的季节调整为主 [J]. 气象, 1980, 6 (9): 14-15.
- [22] 叶笃正, 陶诗言, 李麦村. 在六月和十月大气环流的突变现象 [J]. 气象学报, 1958, 29 (4): 249-263.
- [23] 赵振国. 厄尔尼诺现象对北半球大气环流和中国降水的影响 [J]. 大气科学, 1996, 20 (4): 427.
- [24] 王钟睿, 钱永甫. 海温异常对江淮流域入梅的影响 [J]. 应用气象学报, 2005, 16 (2): 199-200.
- [25] 徐海明, 何金海, 董敏. 江淮入梅的年际变化及其与北大西洋涛动和海温异常的联系 [J]. 气象学报, 2001, 59 (6): 704.
- [26] 陈凤贵, 杨信杰. 1991 年江淮早梅及其与过赤道气流异常的关系 [J]. 热带气象学报, 1993, 9 (3): 283-288.