

2000 年以来江淮梅雨带 北移的可能成因分析

胡娅敏^{1,2} 丁一汇³

(1. 广东省气候中心, 广州 510080; 2. 中国气象局广州
热带海洋气象研究所; 3. 中国气象局国家气候中心)

提 要: 2000 年以来长江中下游地区梅雨量偏少年出现的频率大大增加, 梅雨量进入一个相对偏少的时期。观测资料分析表明, 2000—2005 年江淮梅雨带的位置较 1971—1999 年向北移动了 2 个纬距, 淮河流域降水增加了 20%。采用 1971—2005 年 NCEP/NCAR 再分析资料, 从高层风场、中层位势高度场、低层相对涡度、垂直速度、整层视热源 Q1 和视水汽汇 Q2 等角度分析了近 6 年大气环流的异常, 进一步研究得到: 西太平洋副热带高压脊位置的北移、东亚夏季风的加强以及冷空气的减弱, 可能是导致 2000—2005 年梅雨带位置北移的原因。

关键词: 梅雨带 北移 大气环流 副热带高压 东亚夏季风 冷空气

Possible Reasons for Northward Shift of Meiyu Belt in Yangtze-Huaihe River Region During 2000—2005

Hu Yamin^{1,2} Ding Yihui³

(1. Guangdong Climate Center, Guangzhou 510080; 2. Institute of Tropical and Marine Meteorology,
China Meteorological Administration (CMA); 3. National Climate Center)

Abstract: Since 2000, the probability of deficit Meiyu year has increased and Meiyu rainfall has stepped into a period of decrease in the Yangtze River region. The rainfall observational data show that the axis of Meiyu belt has shifted 2 degrees in latitude northwards and the rainfall has increased by 20% in the Huaihe River region during 2000—2005 in comparison with that of 1971—1999. Therefore, according to the NCEP/NCAR reanalysis data, the anomaly situation of general circulation has been analyzed from the aspects of 200hPa wind field, 500hPa potential height field, 850hPa relative vorticity field, vertical velocity, apparent

资助项目: 国家自然科学基金(40705026)和中国气象局广州区域气象中心气象科技攻关项目(GRMC2007B01)资助

收稿日期: 2008 年 9 月 27 日; 修定稿日期: 2009 年 9 月 10 日

heat source (Q1) and apparent water vapor sink (Q2) for the recent 6 years. In the end, the research shows that all of the northward movement of the ridge line location of the West Pacific subtropical high, the reinforcement of the East Asian summer monsoon circulation and the weakening of cold air from the north have contributed to the northward shift of Meiyu belt during 2000—2005 in the Yangtze-Huaihe River region.

Key Words: Meiyu belt northward shift general circulation subtropical high East Asian summer monsoon cold air

引 言

近 20 年来中国汛期主要多雨带类型比较复杂多样,20 世纪 90 年代长江流域及其以南地区频繁地发生多雨洪涝事件,进入新世纪以来长江流域又以少雨干旱为主要趋势,但淮河流域发生大洪水的概率却高达 43%,比其气候概率偏高近两倍^[1],其中 2000 年、2003 年、2005 年和 2007 年^[2]淮河流域均出现夏涝,汛期主要多雨带轴线由长江中下游及其以南地区北移至 33°N 的淮河流域地区。进一步分析表明,长江中下游梅雨量也从 2000 年开始进入一个相对偏少的时期,梅雨量偏少年出现的频率大大增加,近 6 年(2000—2005 年)梅雨量比 1885—2000 年平均偏少 25.2%,比 1979—1999 年均值减少 48.2%, t 检验计算得到近 6 年梅雨量和其前 21 年(1979—1999 年)丰梅期有显著差异^[3]。利用 REOF 法对 1949—2005 年江淮梅雨期降水展开,其第二和第三选旋空间模所对应的时间系数序列可以看到,近十几年江南梅雨型呈减少、而淮河梅雨型呈增加趋势,尤其是 2000 年开始出现连续的淮河型正距平形势^[4]。

江淮地区是我国经济发达地区,江淮降水分布正面临新的变化,这将直接影响当地的各种社会和经济活动。很多学者开展江淮雨带位置异常的成因研究,潘敖大等^[5]根据 1951—1998 年资料分析指出东亚夏季风和西太平洋副热带高压强弱对长江中下游地区夏

季雨带的分布形态有重要影响,况雪源等^[6]对 1961—2000 年资料分析指出东亚副热带西风急流位置对长江中下游夏季降水有较大影响,康志明等^[7]从西太平洋副热带高压脊线位置、低层冷空气和水汽输送的强弱等角度分析了 2005 年 6 月我国南方雨带异常偏南的原因。对于 2000 年以后梅雨雨带的移动,徐群^[3]指出 2000 年以后长江中下游梅雨的突变可能和温室效应的进一步增加作用有关。最近,Seidel 等^[8]研究得到气候变暖可能导致热带大气环流膨胀、副热带急流和北半球降雨带北移。然而,目前从大气环流的角度分析近 6 年江淮梅雨雨带位置的改变及其成因的研究还不多,本文首先对比分析 2000—2005 年与 1971—1999 年江淮梅雨带位置的异同,并采用低层相对涡度场、垂直速度、整层视热源和视水汽汇等物理量来分析近 6 年大气环流形势与气候平均场的差异,最后从西太平洋副热带高压脊线位置、东亚夏季风环流的强弱、以及位涡和经向风描述的冷空气活动来分析梅雨雨带北移的可能成因。

1 资料来源

降水数据是由中国气象局国家气象信息中心提供的中国 1971—2005 年 753 个台站的逐日观测资料。分析环流特征的资料均取自 1971 年 5 月 1 日—2005 年 8 月 31 日美国 NCEP/NCAR Reanalysis 1 的水平分辨率为 $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ 的逐日常规气象要素再分析资料。

而江淮梅雨的入梅日和出梅日取自文献[9-10](表 1)。西太平洋副热带高压脊线取自国

家气候中心 74 项环流指数。季风指数取自文献[11]。冷空气由位涡和经向风描述。

表 1 广义梅雨标准定义的 1971—2000 年江淮地区梅雨日期

年份	梅雨日期(月.日)	年份	梅雨日期(月.日)	年份	梅雨日期(月.日)
1971	6.3—7.3	1983	6.19—7.25	1995	5.26—6.7 6.20—7.13
1972	6.19—7.5	1984	6.6—6.14 7.17—7.28	1996	6.1—7.21
1973	6.20—7.4	1985	8.24—8.25	1997	6.21—7.18
1974	7.8—7.31 8.7—8.14	1986	6.20—7.27	1998	6.25—7.5 7.13—8.8
1975	6.16—7.10	1987	7.1—7.25	1999	6.8—7.19
1976	7.6—7.16	1988	6.10—6.23	2000	5.29—6.5 6.20—6.29 8.10—8.21
1977	6.10—6.18 7.7—7.13 8.9—8.16	1989	6.6—6.17 6.26—7.16	2001	6.17—6.27 8.5—8.12
1978	6.9—6.16	1990	6.24—7.3	2002	6.18—7.8 7.16—7.26
1979	6.18—7.23	1991	6.8—6.20 6.29—7.16 7.29—8.12	2003	6.21—7.23
1980	6.7—7.21 7.28—8.4	1992	6.13—7.12	2004	6.14—7.13
1981	6.21—7.2	1993	6.13—7.9 7.15—8.22	2005	7.5—7.16
1982	6.17—6.23 7.9—8.11 8.18—8.26	1994	6.5—6.28		

2 2000—2005 年梅雨带的分布特征

取 1971—1999 年做气候平均态,图 1 给出了 1971—1999 年和 2000—2005 年梅雨期雨带的分布,可以看出,2000 年以前中国梅雨期的降水呈现从江淮地区向南北两边递减

的趋势,主要雨带位于江淮地区,雨带轴线位于 31°N 附近,降水中心在淮河以南、沿长江流域东西向伸展;而 2000 年以后梅雨期降水中心位于淮河流域和长江以南,雨带轴线位于 28°N 附近的江南地区和 33°N 的淮河流域地区,与气候态相比,淮河流域地区降水异常增多。

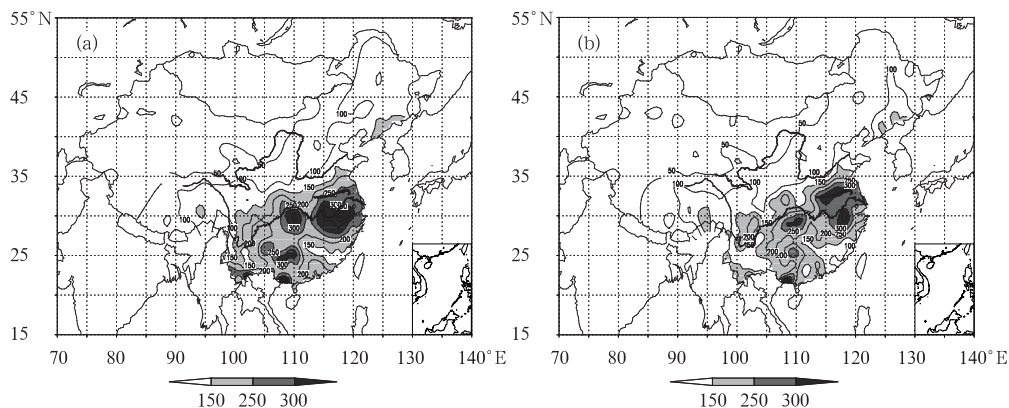


图 1 梅雨期中国雨带的分布
(a)1971—1999 年; (b)2000—2005 年

图 2 给出了更清楚的指示,1991—1999 年是中国降水的增强期,这个时期整个中国大部分地区呈现一致的正距平,淮河地区的

降水较气候态增加了 20%,长江流域地区增加了近 50%;而 2000—2005 年除淮河流域降水增加了 20%,中国东部其他地区均呈现

一致的负距平,江淮梅雨雨带位置由长江流域向北移动了 2 个纬距到淮河流域,从而 2000 年以后中国的梅雨期降水可能发生了

一次转型,这一新趋势是否是梅雨期 36 年周期的表现^[3,11],还有待用更长的资料来证明。

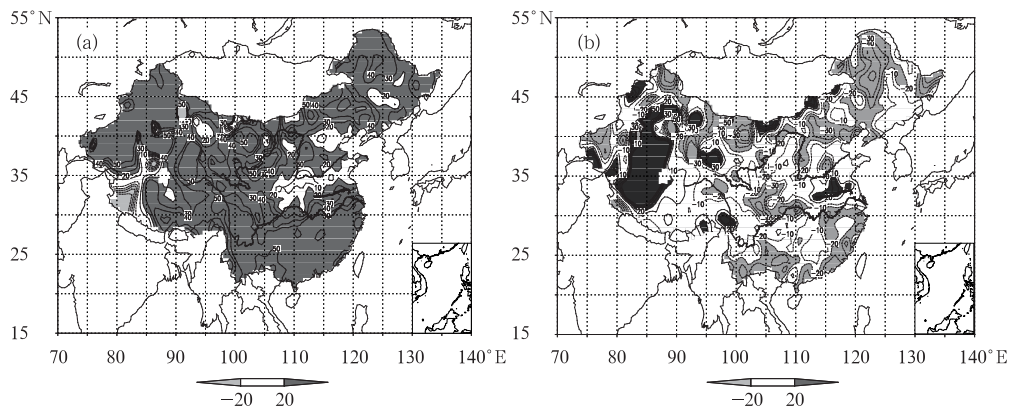


图 2 梅雨期中国雨带的距平百分率分布

(a)1991—1999 年; (b)2000—2005 年

3 2000—2005 年梅雨期大气环流的异常

流形势及 2000—2005 年相对于 1971—1999 年的距平分布图,从 850hPa 相对涡度合成图(图略)和沿 116°E 的垂直速度合成图(图 3a、d),可以看到,相对 1971—1999 年,

图 3 给出了 1971—1999 年梅雨期的环

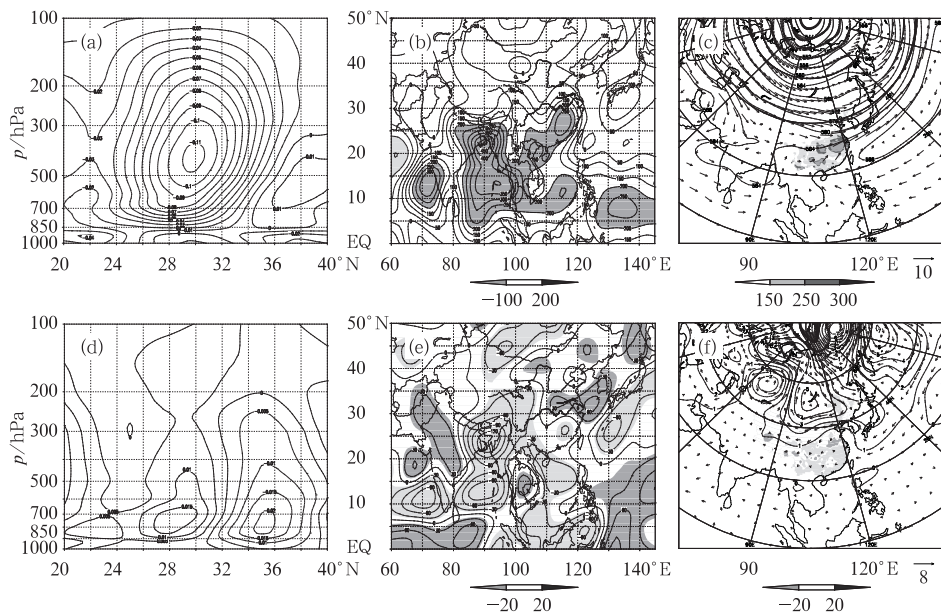


图 3 1971—1999 年梅雨期大气环流(a~c)和 2000—2005 年大气环流异常(d~f) (a、d)垂直度(单位: $\text{Pa} \cdot \text{s}^{-1}$); (b、e) 视热源 Q_1 (正值对应加热区)(单位: $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$); (c、f)500hPa 高度场(单位: dagpm)(阴影区分别为平均梅雨期降水(c)及近 6 年梅雨降水距平值(f),单位: mm)

2000—2005 年的正相对涡度区位置从朝鲜半岛经黄海至淮河地区,长江流域和华南地区被负涡度中心所控制,低层正涡度中心常伴随着辐合上升运动的加强,因此近 6 年的梅雨雨带位置偏北、位于淮河地区。

进一步计算 2000—2005 年整层积分的视热源 Q_1 (图 3b 和图 3e)和视水汽汇 Q_2 (图略)与气候差值分布,可以看出,相对 1971—1999 年的气候态,2000—2005 年淮河地区处于异常的加热区和水汽汇区,这说明此时淮河地区对流活跃、热源增强、降水偏多。

从 200hPa 合成风场(图略)和 500hPa 合成高度场(图 3c 和图 3f),可以看出:2000—2005 年梅雨期间高层西风急流偏弱、偏北,西太平洋副热带高压脊线位于台湾以北,较气候态偏北、偏西,500hPa 高度场上从西伯利亚到中国河套地区存在显著的正距平,表明北方冷空气较活跃范围偏北,从而对应的雨带位置也较为偏北。

4 雨带北移的可能原因分析

从上节可以看出,江淮梅雨带的异常受到大气环流的影响^[12-15],事实上,雨带的异常是一个复杂的问题,它还与海洋^[16-17]、青藏高原^[18]和人类活动^[3]等外强迫有关,但大气环流异常是造成梅雨带异常的直接原因,因此下面进一步从副高脊线位置、东亚夏季风指数和冷空气 3 个方面就此展开分析。

4.1 副高脊线位置的北移

梅雨雨带的位置很大程度上取决于西太平洋副热带高压的位置^[7]。分析 1971—2005 年 6—7 月的副高脊线位置,从图 4 可以看出,相对于 1971—1999 年的平均位置 22.8°N ,2000—2005 年副高脊线平均位置偏北 1° ,对应近 6 年雨带位置的偏北。

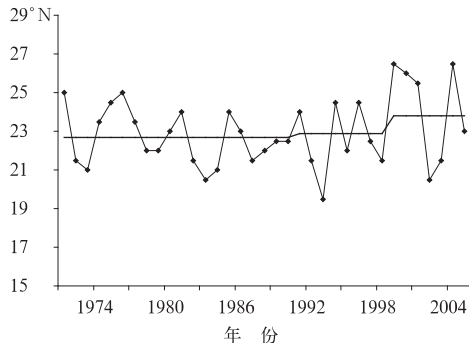


图 4 1971—2005 年 6—7 月西太平洋副热带高压脊线位置

4.2 东亚夏季风环流的加强

东亚夏季风指数可以很好地反映长江中下游地区夏季降水的年际变化^[11],这里选取李建平等^[11]定义的东亚夏季风指数进行分析,从图 5(取自 <http://web.lasg.ac.cn/staff/ljp/data-monsoon/EASMI.htm>)看出,20 世纪 80 年代中期以后,东亚夏季风指数强度以偏弱为主,对应这一阶段江淮梅雨带位置偏南,而 2000 年以后,东亚夏季风环流调整为加强为主,正好对应这一时期雨带位置的偏北,位于淮河地区。

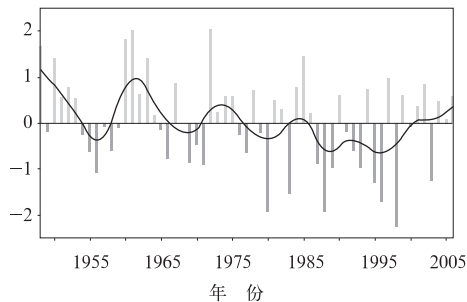


图 5 1948—2006 年东亚夏季风指数

4.3 南下冷空气的减弱

江淮梅雨不仅受到低纬系统的影响,同时也受中高纬冷空气活动的影响^[19-20]。而位涡(Potential Vorticity)是衡量夏季风期间冷空气活动的指标之一,丁一汇等^[21]通过计算

发现 315K 等熵面上 4PVU ($1\text{PVU}=10^{-6}\text{m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$) 线能较好地代表高层强冷空气的势力范围,赵亮^[19]据此计算得到 ($35^{\circ}\sim 60^{\circ}\text{N}$, $110^{\circ}\text{E}\sim 180^{\circ}$) 这个范围能较好地表征梅雨期间冷空气的势力范围。故本文取 315K 等熵面上该范围内位涡的区域平均值作为衡量冷空气强弱的指数,从图 6 可以看出,20 世纪 90 年代冷空气势力较强,位涡达 4.73PVU,异常经向风达 $0.42\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,而 2000—2005 年位涡减弱为 4.12PVU,异常经向风减为 $0.09\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,从而 20 世纪 90 年代对应梅雨带位置偏南,而近几年雨带位置偏北。

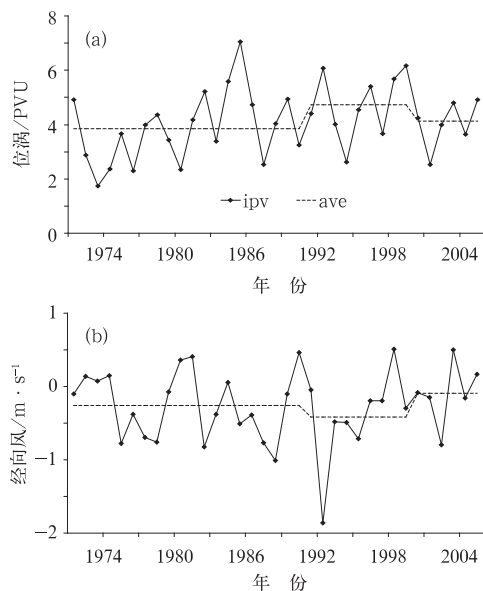


图 6 1971—2005 年 6—7 月位涡(a)和经向风(b)的时间序列图(虚线表示平均值)

5 结论和讨论

观测资料分析表明,2000—2005 年江淮梅雨带的位置较 1971—1999 年发生了改变,降水带位于 33°N 的淮河流域地区,且该地区降水增加了 20%。根据 1971—2005 年降水资料和再分析资料计算,得出如下结论:

(1) 2000—2005 年梅雨期间大气环流的异常表现为:200hPa 西风急流较气候态偏弱、偏北,西太平洋副热带高压脊线偏北、偏西,北方冷空气较活跃、范围偏北,正相对涡度区位置从朝鲜半岛经黄海至淮河地区,且淮河地区对应是一个异常的加热区和水汽汇区。

(2) 与气候态相比,2000—2005 年西太平洋副热带高压的北移、东亚夏季风的增强、冷空气的减弱是引起近 6 年梅雨带位置变化的直接原因。

然而,江淮梅雨带的位置是一个复杂问题,它不仅受到大气环流异常的直接影响,而且受到陆面、海洋、青藏高原、人类活动等外强迫影响,到底是哪种外强迫对雨带位置的北移起主导作用,这些都有待于今后作进一步深入的研究。

参考文献

- [1] 陈菊英,程华琼,王威. 中国异常增暖来年江淮流域易发生大洪水[J]. 地球物理学进展, 2007, 22(4): 1380-1385.
- [2] 金荣花,陈涛,鲍媛媛,等. 2007 年梅汛期异常降水的大尺度环流成因分析[J]. 气象, 2008, 34(4): 79-84.
- [3] 徐群. 121 年梅雨演变中的近期强年代际变化[J]. 水科学进展, 2007, 18(3): 327-335.
- [4] 胡娅敏,丁一汇,廖菲. 近 52 年江淮梅雨的降水分型[J]. 气象学报, 2009(待刊)
- [5] 潘敖大,孙照渤. 长江中下游夏季雨带分型及其年代际变化 I: 统计特征[J]. 南京气象学院学报, 2007, 30(4): 487-494.
- [6] 况雪源,张耀存. 东亚副热带西风急流位置异常对长江中下游夏季降水的影响[J]. 高原气象, 2005, 25(3): 382-389.
- [7] 康志明,鲍媛媛,陈晓红. 2005 年 6 月我国南方雨带异常偏南的分析[J]. 气象, 2006, 32(4): 91-96.
- [8] Seidel D J, Fu Q, Randel W J, et al. Widening of the tropical belt in a changing climate[J]. Nature Geoscience, doi:10.1038/ngeo. 2007. 38 (published online: 2 December 2007).

- [9] 胡娅敏,丁一汇,廖菲. 江淮地区梅雨的新定义及其气候特征[J]. 大气科学,2008,32(1): 101-112.
- [10] 胡娅敏. 江淮梅雨异常的数值模拟及土壤湿度资料同化对其模拟的改进[D]. 博士学位论文,南京:南京信息工程大学,2007a,24pp.
- [11] 李建平,曾庆存. 一个新的季风指数及其年际变化和与雨量的关系[J]. 气候与环境研究,2005,10(3): 351-365.
- [12] 丁一汇,柳俊杰,孙颖,等. 东亚梅雨系统的天气-气候学研究[J]. 大气科学,2007,31(6):1082-1101.
- [13] 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,2001,7:30-34.
- [14] 毛文书,王谦谦,葛旭明,等. 近 116 年江淮梅雨异常及其环流特征分析[J]. 气象,2006,32(6):84-90.
- [15] 鲍媛媛,金荣花,赵瑞霞,等. 2008 年东亚夏季风异常及其对江淮梅雨的影响[J]. 气象,2009,35(4): 34-42.
- [16] 王冰,刘韦,曹杰. 热带太平洋和印度洋海温对中国雨带类型的影响[J]. 云南大学学报(自然科学版),2006,28(1):40-44.
- [17] 覃军,王盘兴. 中国东部夏季三个雨带降水的年代际变化及其与中高纬环流和海温的关系[J]. 热带气象学报,2005,21(1):63-71.
- [18] 葛旭阳,陶立英,朱永□,等. 青藏高原热力状况异常与长江中下游地区梅雨关系的相关分析及数值试验[J]. 应用气象学报,2001,12(2):159-166.
- [19] 赵亮. 中高纬系统与东亚夏季风相互作用研究[D]. 博士学位论文,北京:中国气象科学研究院,2008a,54pp.
- [20] 陆尔,丁一汇,李月洪. 1991 年江淮特大暴雨的位涡分析与冷空气活动[J]. 应用气象学报,1994,5(3): 267-274.
- [21] 丁一汇,马晓青. 2004/2005 年冬季强寒潮时间的等熵位涡分析[J]. 气象学报,2007,65(5):695-707.