

# 2003 年淮河流域特大暴雨期间低纬环流分析

鲍媛媛 李 锋 矫梅燕

(国家气象中心,北京 100081)

## 提 要

利用 NCEP/NCAR 提供的 OLR 和气象要素场再分析资料,对 2003 年 6~7 月淮河流域特大暴雨期间西南季风和东亚季风以及热带低纬地区环流的异常特征及其对梅雨暴雨的贡献进行了分析。结果表明,暴雨期间,长江流域附近地区维持准稳定的比常年明显偏强的南风带,北方冷空气亦比常年偏强;三次强降雨过程,低层均表现为稳定的强南风与阶段性增强的偏北气流的经向辐合。三次强降水过程中有两次,来自西北太平洋的东南气流的水汽输送占主导地位。异常环流分析表明,淮河流域强降雨时段,东南亚季风和南海季风异常偏弱;赤道西北太平洋地区东风气流比常年同期异常偏强。诊断分析认为,高原东部和南部地区对流活动比常年同期偏弱,80~115°E 地区越赤道气流比常年异常偏弱,可能是西南季风异常偏弱原因。而偏强的 WAKER 环流可能是西北太平洋地区低纬地区东风异常偏强的原因。另外,印度尼西亚地区低层气流辐合异常偏强有利于副高的稳定和加强,进而使我国东南部地区长时间维持强异常偏强的东南气流,从而为淮河流域的持续暴雨提供了源源不断的来自南海和西北太平洋的暖湿气流。

**关键词:** 淮河流域 特大暴雨 低纬环流

## 引 言

2003 年 6 月 20 日开始至 7 月中旬,我国汉水流域,江西北部、江淮及黄淮地区出现了持续性的降雨,特别是淮河流域地区,雨势强,降雨时段、雨区均较集中,造成了罕见的梅雨洪涝灾害。许多研究指出<sup>[1~3]</sup>,江淮流域梅雨降水状况与影响东亚地区的几支季风气流有着密切的关系。本文利用 NCEP/NCAR 所提供的 1971~2000 年 30 年平均 6~7 月逐日风速资料、2003 年 6~7 月逐日 OLR 资料 and 日平均风速、比湿资料,对强降水过程中,西南季风和赤道西北太平洋地区环流特征和异常情况进行了分析,以此探讨 2003 年江淮流域持续特大暴雨的成因。

### 1 2003 年淮河流域降雨特征

2003 年淮河流域降雨的特点是雨势强、雨区集中、雨带移动的阶段性强。

6 月 11~19 日,我国的主要降雨区位于

云南及华南地区。6 月 20 日,长江中下游地区开始出现降雨,20~21 日,降水强度较弱。22 日,黄淮地区出现日雨量达 40~70mm、局部 80~170mm 的强降雨。23 日后,降水区域南压至江南,直至 28 日,雨带在长江流域摆动,但强降雨带位于江西北部,以 23~25 日雨势最强,雨带最为稳定,日雨量一般为 50~80mm,部分地区多达 100~220mm。6 月 29 日至 7 月 4 日,汉水上中游至淮河流域一带出现了位置稳定的纬向带状降雨带,雨势比 22~25 日的降水要弱,日雨量一般在 50mm 左右。7 月 6~8 日,降水进一步减弱,且较分散。9~10 日,江淮、汉水下游及湖南西北部地区出现了一条东北西南走向的强降雨带。此后,降水减弱,雨带北移;7 月 21 日后,淮河流域降雨趋于结束。综观整个梅雨暴雨期间,雨带稳定、持续日数达三天以上的降雨过程主要有 3 次:6 月 23~25 日,6 月

29日~7月4日,7月8~10日。

## 2 淮河流域持续暴雨与经向风辐合

图1为1000hPa 115~120°E经度带平均的经向风 $v$ 随时间的演变图。可见,在6月5~14日,南海地区有一次偏南风突然加大过程,亦即有一次季风突然活跃的过程,预示南海季风的爆发,但是偏南风向北伸展位置偏南,此时冷空气影响地区也偏南,南北气流交汇于25°N以南地区。19~20日,南海地区偏南风再次增强,并向北伸展。20~21日,江淮、江南地区主要为南风风速的辐合,此时降水较弱。22日,较高纬度地区有冷空气南下,北风南界向南压到34°N附近,强南风北界北抬到33°N附近,然后逐渐南压,黄淮、江淮、汉水流域、江南北部地区自北向南先后出现强降水。26日前后,30°N附近地区还有北风存在,说明仍有冷空气扩散南下。这次南北风的演变过程与22日黄淮出现强降水,随后强降水区域南压这种雨带变化的趋势是相当一致的。6月28日后,我国东部地区强偏南风北界略有北抬,直至7月4日,强南风北界位置少动;而此间,北方地区也有冷空气南下,南北风的主要交汇区出现在32°N附近地区;此时,强降水集中在淮河流域。8~10日,北方冷空气有一次扩散南下过程,偏南暖湿气流仍较强,冷暖空气交汇于31°N附近,江淮、汉水下游出现强降雨。11~13日,偏南暖湿气流北抬,降水区域北抬到黄淮流域。此后,30°N附近地区不再持续稳定地维持强南风风带,淮河流域也不再出现持续的强降雨过程。

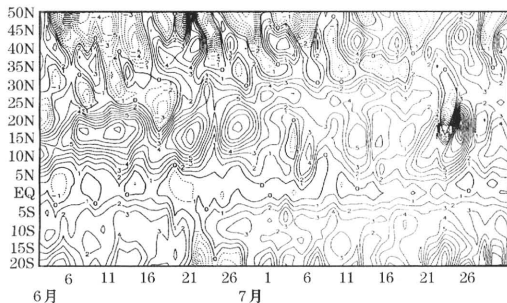


图1 2003年6~7月1000hPa 115~120°E平均经向风 $v$ ( $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ )随时间的演变图

## 3 西南季风和东亚季风在梅雨暴雨水汽输送中的作用

图2为梅雨暴雨前及梅雨暴雨持续稳定的三个时段的1000hPa至850hPa平均水汽通量矢量( $v_q$ )及OLR分布。OLR值越低,表示积云对流活动越强。由图可见,梅雨前,来自孟加拉湾地区的西南季风将水汽输送到中南半岛西部后迅速减弱,造成水汽在该地的辐合,形成对流天气。孟加拉湾南部的西南暖湿气流与108°E附近的越赤道气流合成的西南气流所携带来自较低纬度的水汽在我国华南沿海地区与来自我国大陆的干冷空气交汇,致使该地区出现相对强的对流活动;而此时,东亚季风区的东南气流水汽输送主要影响123°E以东地区。第一次强降水时段,我国江南北部、东海至日本国以南海域出现一条OLR低值带(即梅雨雨带),中心值在我国江南北部。水汽通量矢量显示(图2b),孟加拉湾西南季风经过中南半岛、我国西南地区东部、华南等地,将来自印度洋的水汽输送到江南北部一带,对江南北部的强降水有着直接的贡献;而与西北太平洋副热带高压相关的东南气流转向的西南气流则主要流向我国东海至日本国以南海域,成为梅雨雨带东段的水汽输送带。梅雨暴雨第二阶段,东南气流对淮河流域暴雨的水汽输送占绝对主导地位。如图2c所示,来自孟加拉湾的西南气流向东北方向的水汽输送没能越过108°E,而是汇入西南地区东部、渭水流域一带,使这些地区出现较强的对流天气,对淮河流域暴雨无直接的水汽输送;而此时,与西北太平洋副热带高压相关的东南气流影响区域明显西伸,其西界已越过110°E经度线,并北上转向输入汉水流域、淮河流域及其以东洋面,与南下的冷空气汇合,形成一条以淮河流域为中心,西起我国汉水流域,东至日本国东南部及其以东洋面的东西向的梅雨锋带。淮河流域暴雨的第三次过程,东南气流向东撤退到115°E以东地区,淮河流域强对流降水的水汽一部分来自东南气流转向的西南暖湿气流水汽输送,一部分来自南海地区北上的南风气流水汽输送,这支偏南气流与越赤道气

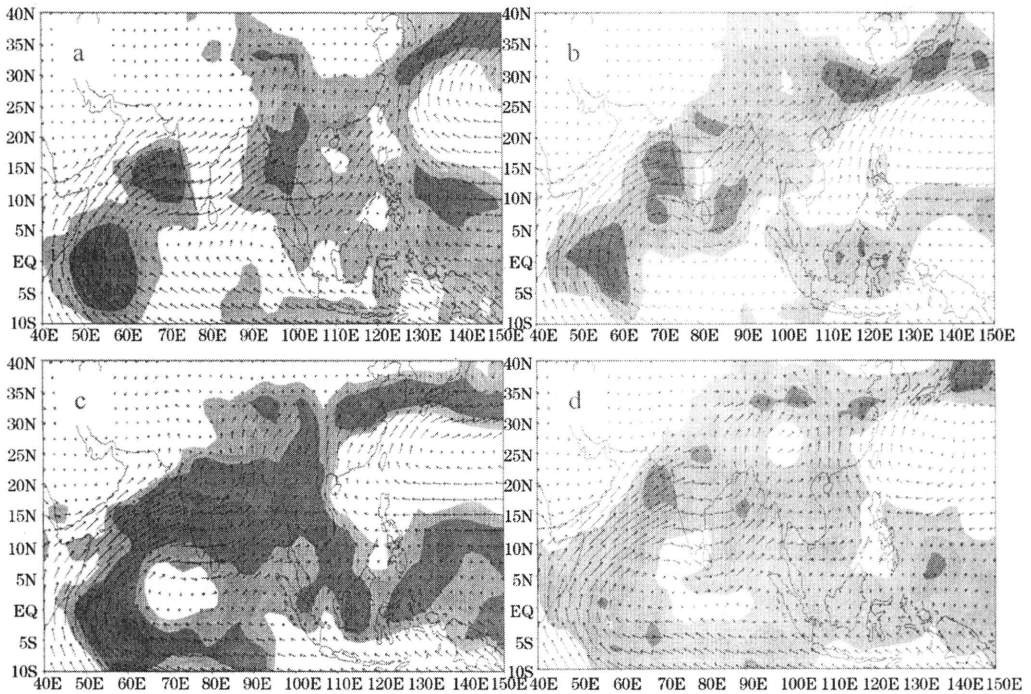


图2 2003年6月10~19日(a),6月23~25日(b)、6月29日至7月5日(c),7月8~10日(d) 1000hPa至850hPa平均水汽通量矢量及数值低于 $240\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ 的OLR(阴影区域)分布

流和较低纬度西南季风有关。

#### 4 低纬地区异常环流分析

##### 4.1 平均风场分析

图3a、b分别为1971~2000年30年6月20日至7月10日平均1000hPa风矢量和2003年同时段平均风矢量分布图。由图可见,常年6月20日~7月10日,南亚和东南亚西南季风、南海季风均较强,45~60°E和110°E、130°E地区三支越赤道气流均较强劲,特别是前两支气流对东南亚西南季风和南海季风有非常重要的贡献。旺盛的西南季风气流向北影响到我国东部大部分地区;而来自西北太平洋的东南气流主要影响130°E以东地区。2003年的同时段,45~60°E地区越赤道西南气流也非常强盛;但70°E以东的广阔洋面上,无明显的越赤道气流,南亚和东南亚西南季风的东界位置不到110°E;而东南气流却异常活跃,西界到达115°E附近,比常年位置偏西将近15个经距,控制中东部海区,从而成为影响我国东部地区的主要南风气流的来源。并且,南风气流向北越过30°

N,到达淮河流域后,风速顿减,风场的辐合趋势非常明显。

##### 4.2 距平风场分析

图3c为2003年6月20日至7月10日平均距平风矢量场(该年平均风场减去1971~2000年30年同期平均风场)。可见,我国江南、华南地区距平风场上主要呈东南风,说明南风风量比常年偏强,并且主要来自西北太平洋。在长江中下游以北地区为明显的偏北差值环流,即偏北风比常年偏强,这说明北方冷空气比常年偏强。正是偏强的冷空气和偏强的暖湿气流交汇于淮河流域等地区,造成了持续的梅雨暴雨的出现。

许多研究表明<sup>[4-6]</sup>,青藏高原热源的存在,对南亚和东南亚季风环流的形成有着重要的作用。从图3低层环流可以看出,低层高原东部和南部周围地区,差值气流从高原向外发散,700hPa和500hPa差值环流场上(图略),呈现为同样的辐散环流。这意味着高原对流活动比常年偏弱,高原热源作用也将比常年偏弱,这可能是西南季风偏弱的一

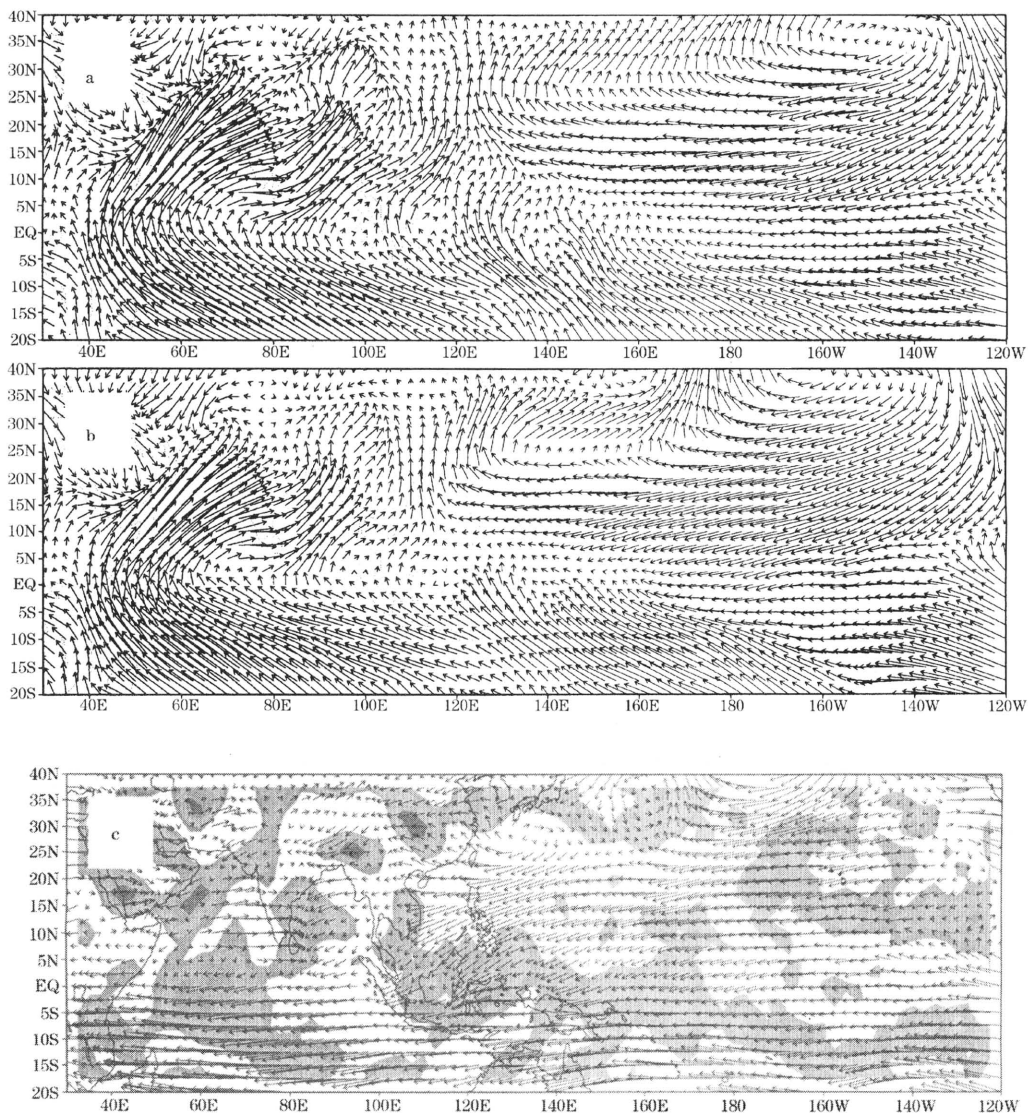


图4 1971~2000年30年6月20日~7月10日1000hPa平均风矢量(a)、2003年6月20日~7月10日1000hPa平均风矢量(b)和距平风矢量(c)

2003年平均减30年同时段平均,阴影表示1000hPa相应距平风散度为负值区

个原因之一。另外,80~115°E低纬地区,常年同时段为明显的越赤道气流,而2003年距平风为偏东北气流,说明越赤道气流比常年明显偏弱。这也是西南季风偏弱的另一个原因。

图3c显示,在赤道西太平洋地区,特别是菲律宾群岛附近地区东风气流比常年明显偏强。在相应的散度场上,印度尼西亚群岛

地区即常年Walker环流上升支所在地区,气流辐合比常年偏强,而东太平洋地区常年为Walker环流下沉支所在位置,距平风场散度呈辐散,说明气流辐散比常年也偏强。这说明,赤道低纬地区Walker环流比常年偏强。偏强的Walker环流可能是赤道西太平洋地区东风异常偏强的原因。另外,印度尼西亚地区低层强辐合必然在高层产生强的气流辐

散,促使高层气流流向印度尼西亚群岛北侧即西北太平洋副热带高压所在地,加强该地大气下沉运动,从而有利于副高在该地的稳定和加强,因此加强了也影响我国东南部地区东南气流,为淮河流域的持续暴雨提供了源源不断的暖湿气流。

## 5 总结

(1)2003年6~7月淮河流域降水的特点是雨势强,雨区集中,雨带移动的阶段性强。持续性强降雨过程主要集中在三个时段:23~25日,6月29日~7月5日,7月8~10日。强降雨期间,长江流域附近地区维持准稳定的强南风带。三次强降雨过程,低层均表现为南侧稳定的强南风与北侧阶段性增强的偏北气流的经向辐合。

(2)第一次持续强降雨过程,西南季风对水汽输送有相当重要的贡献。第二次过程,东南气流的转向西南风对梅雨暴雨的水汽输送占绝对主导地位。第三次持续强降雨过程,暴雨区的暖湿气流水汽输送一部分来自东南气流转向的西南气流,一部分来自南海地区,这支偏南气流与越赤道气流和较低纬度西南季风加强有关。

(3)淮河流域持续暴雨期间,印度半岛以东至孟加拉湾地区的西南季风和南海季风均比常年偏弱,而西北太平洋低纬地区东风气流比常年同期明显偏强。我国江南、华南地区南风风量比常年偏强,并且主要来自西太平洋。而北方冷空气比常年偏强。偏强的冷

空气和偏强的暖湿气流交汇于江淮等地区,造成了持续的梅雨暴雨的出现。

(4)淮河流域强降雨时段,高原东部和南部地区对流活动比常年同期偏弱,80~115°E地区越赤道气流比常年异常偏弱,可能是西南季风异常偏弱原因。而偏强的WAKER环流可能是西北太平洋地区低纬地区东风异常偏强的原因。另外,印度尼西亚地区低层异常偏强的辐合也有利于西北太平洋副热带高压的稳定和加强。而西北太平洋副热带高压的加强和稳定有利于我国东南部地区长时间维持较强的东南气流,从而为淮河流域的持续暴雨提供了源源不断的来自南海和西北太平洋的暖湿气流。

## 参考文献

- 1 Tao, S. Y., and L. X. Chen. A review of recent research on the East Asian summer monsoon in China. *Monsoon Meteorology*, Edited by C. P. Chang and T. N. Krishnamurti, Oxford University Press, 1987:60-92.
- 2 Lau K. M. Seasonal and intra-seasonal climatology of summer monsoon rainfall over East Asia. *Mon. Wea. Rev.*, 1998, 120:1924-1938.
- 3 徐予红,陶诗言.东亚夏季风的年际变化与江淮流域梅雨期旱涝,黄荣辉主编,灾害性气候过程及诊断,北京:气象出版社,1996:31-39.
- 4 叶笃正等.青藏高原加热作用对夏季东亚大气环流的初步模拟实验. *中国科学*,1974:301-320.
- 5 宋正山,鲍媛媛,杨辉.初夏东南亚季风建立的气候诊断研究. *高原气象*,2002,21(1):119-127.
- 6 刘新,吴国雄,刘屹岷等.青藏高原加热与亚洲季节变化和夏季风爆发. *大气科学*,2002,20(6):781-786.

## Analysis of Low-latitude Circulation of the Heavy Rain during 2003 Meiyu Season over Huaihe River Valley

Bao Yuanyuan Li Feng Jiao Meiyuan

(National Meteorological Center, Beijing 100081)

### Abstract

The features of low latitude circulation and its role during the 2003 heavy rain period over the Huaihe River valley are analyzed. The results show that convergence of extremely strong southern wind and extremely strong northern wind caused the heavy rain. The strong southern wind composed mainly of south-eastern wind which transported warm moisture from tropical north-west Pacific to the Huaihe River valley. During the heavy rain period, the southwest monsoon is weaker than normal. The reason of the abnormal characteristics of weak southwest monsoon and strong southeast wind are also analyzed here.

**Key Words:** Huaihe valley heavy rain low-latitude circulation convergence