

长江中下游春季连阴雨 及厄尔尼诺年的环流背景*

施 宁

(江苏省气象科学研究所)

提 要

本文应用1975—1983年OLR资料以及1980—1983年ECMWF 7层资料,分析了长江中下游春季连阴雨过程中热带和副热带系统的基本特征及与连晴过程的差异,着重讨论了厄尔尼诺年热带和副热带异常的环流背景以及对长江中下游过渡季节持续降水的影响,揭示了一些有意义的事实。

在深入进行气候分析的基础上,我们规定:连阴雨过程必须至少有连续5天以上的雨日出现,且在长江中下游均匀分布的35个雨量代表站中有半数以上的站在同一时段内达到此标准。根据这个规定,划定**1975—1983年长江中下游全区域性连阴雨共8次。对于连晴过程,我们规定连续4天或以上无雨天气,并且区域内80%以上代表站在同一

时段内满足此条件为一次区域连晴过程。按照这个标准,得出1975—1983年共有区域性连晴过程13次。

本文应用1975—1983年8年OLR资料(其中缺1978年资料)、1980—1983年ECMWF 7层资料以及常规资料,分析春季连阴雨和连晴过程热带和副热带系统的基本特征,着重讨论厄尔尼诺年热带和副热带异

*本文得到国家气象局“长江中下游春季连阴雨、连晴天气研究”课题资助。

**具体日期由孙锦铨等同志划定。

常的环流背景及其对长江中下游持续降水的影响。

一、春季长江中下游连阴雨

过程环流特征分析

多年来,对长江中下游春季连阴雨这一东亚大尺度天气现象已有过许多研究,大量文献揭示了连阴雨发生和持续过程北半球中高纬长波和超长波的特征,以及南、北两支西风带系统相互作用的事实。长江中下游有关省市和院校对北半球500hPa高度场进行谐波分析以后得到了相当一致的结果,他们指出^[1]:春季连阴雨是中高纬盛行超长波

(尤其是2波)与中低纬南支孟加拉湾槽(5波槽)相互作用的产物。有利于连阴雨形成的、稳定的欧洲到乌拉尔山阻高是由不同纬度、不同波数的波脊叠加而成,南支孟加拉湾槽由下游5波槽西退或上游5波槽东进所引起,连阴雨结束是由超长波脊西退或南溃叠加到高原地区而完成。笔者对连阴雨期间500hPa高度平均场分析也证实了上述结论:1975—1983年3—5月在连阴雨过程和连晴过程500hPa高度场和距平场(图略)上可以看到,连阴雨期间50—60°N间欧洲到乌拉尔山地区为一正距平区,高脊发展形成阻塞形势;20—40°N间的负距平区从阿拉伯半岛及以北地区一直东伸到110°E附近的中南半岛及华南地区,负距平中心出现在高原及以

东地区,这一地区多南支槽发展东移。副热带高压较春季多年平均状况偏强,正距平区主要出现在105—140°E间。连晴期间阻塞高压崩溃,从巴尔喀什湖到贝加尔湖地区及以南高原地区高脊发展,沿海槽建立,西太平洋副热带高压偏南,5880gpm等值线位于15°N以南。上述连阴雨期间20—40°N间的负距平区为正距平区所代替,正变高中心位于高原及以东地区,孟加拉湾槽消失。

长江中下游春季连阴雨期间热带和副热带地区也有其显著的特征。图1a、b分别给出1975—1983年春季连阴雨和连晴期间逐日OLR的平均场。从图中可以看到,在连阴和连晴过程中,ITCZ均位于赤道附近,其上100°E和140°E处有两个辐合中心,连阴雨过程中强度分别为189和185(单位 $W \cdot m^{-2}$,下同)连晴过程中分别为209和200,可见前者辐合比后者强,而且ITCZ向西伸展更远,连阴过程中西伸达60°E,比连晴过程偏西10个经度。由于连阴雨过程中赤道附近ITCZ偏强,辐合上升运动强烈,在哈得来环流下沉支的作用下,副热带高压也比连晴过程强,110—150°E间副热带地区有大于270的高值区,最大值达278,而连晴期间该区没有大于270的高值区。另外,长江中下游地区(27—32°N, 110—122°E)连阴雨过程中由于冷暖空气长时间在这一地区交绥,多对流云系产生,因此维持一<210的

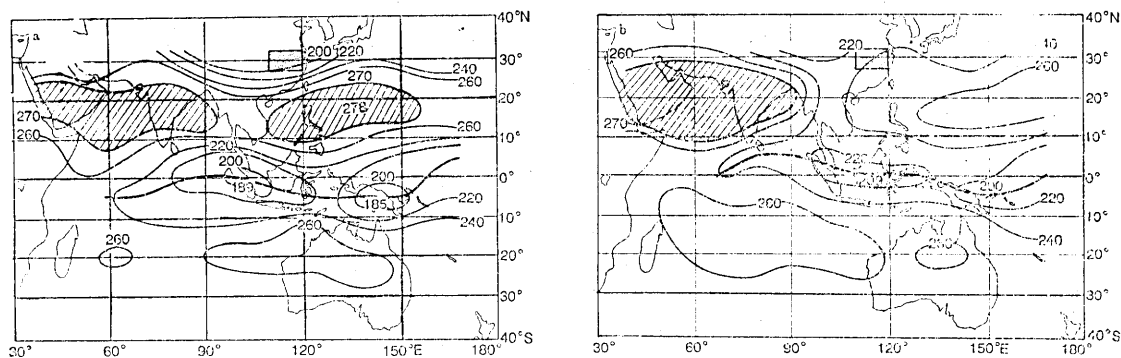


图1 1975—1983年春季长江中下游连阴雨(a)和连晴过程(b)的OLR平均场

细实线为OLR等值线;粗实线为ITCZ所在位置;斜线区为 $OLR \geq 270 W \cdot m^{-2}$ 区;点区为长江中下游区所在位置

低值区域,而连晴期间该区平均大于230。

我们还计算了1975—1983年各次连阴雨过程分别与连阴雨平均场、连晴平均场(如图1所示)所有格点OLR值的均方差,以及各次连晴过程与连晴平均场、连阴雨平均场所有格点OLR值的均方差。计算表明,各次连阴雨过程与连阴雨平均场的均方差为14.9(单位 $W \cdot m^{-2}$,下同)与连晴平均场的均方差为25.1;同样,各次连晴过程与连晴平均场的均方差为20.8,与连阴平均场的均方差为30.7。由此可见,连阴过程的OLR场与连晴过程的OLR场具有显著的差异。

综上所述,长江中下游春季连阴雨不仅仅是南北两支西风带系统相互作用的产物,热带赤道地区乃至南半球系统对长江中下游持续降水也同样具有重要的作用。

二、厄尔尼诺年热带

和副热带地区的异常环流背景

1. 厄尔尼诺年和反厄尔尼诺年关键区气候变化特征

厄尔尼诺年热带和副热带环流系统有其不同于常年的特征。

图2给出1975—1983年海洋大陆(90—120°E, 5°S—5°N)和东太平洋赤道地区(120—150°W, 10°S—5°N)OLR月距平的3个月滑动平均曲线。从图中可以看到,1975年全年海洋大陆为负OLR距平,东太平洋地区为正OLR距平,表明这年印度尼西亚西部地区辐合较常年偏强,而东太平洋赤道地区辐合较常年偏弱,因此1975年是典型的反厄尔尼诺年。1976年春季开始这种距平分布出现转折,1976年5—12月这两个区域的OLR距平值呈现出与1975年相反的变化趋势,出现了厄尔尼诺年的特征。从1981年8月到1982年上半年,东太平洋赤道地区一直维持OLR正距平,表明这一地区为一强干冷带控制,而海洋大陆的辐合基本接近常年,这一分布中表现出的主要特征与厄尔

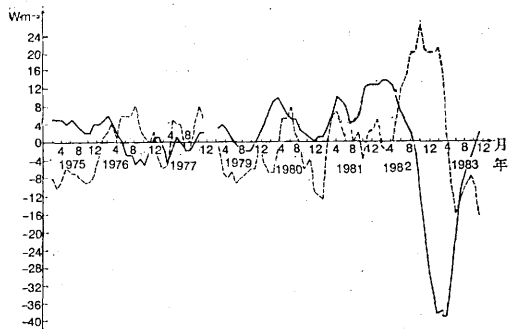


图2 1975—1983年海洋大陆(90—120°E, 5°S—5°N)和东太平洋赤道地区(120—150°W, 10°S—5°N)OLR月距平的3个月滑动平均曲线

虚线表示海洋大陆,实线表示东太平洋赤道地区

尼诺年正好相反,出现了反厄尔尼诺年的特征。从1982年下半年到1983年上半年,海洋大陆OLR正距平不断增大,辐合减弱,东太平洋则出现了OLR负距平的极值,辐合极度增强,出现了本世纪以来最为强烈的厄尔尼诺现象,这一点可从上述两个关键区OLR距平曲线上清楚地反映出来。

2. 1982/1983年厄尔尼诺事件进程

我们以1982/1983年为例,分析厄尔尼诺事件的进程。1982/1983年厄尔尼诺事件始于1982年7月。在这之前,1982年1—6月逐月的OLR平均场及距平场(图略)表明,1—6月东太平洋沿赤道及以南地区的干带西伸过180°,比常年偏西5—30个经度,强度偏强17—44(单位 $W \cdot m^{-2}$,下同),表明厄尔尼诺事件开始之前东太平洋赤道干带加强西伸。1982年7—8月为转折阶段,干带的东段继续增强,但位于日期变更线附近的干冷带的西段趋于减弱。在1982年9月到1983年9月的整个厄尔尼诺过程中,干冷带减弱东退,较常年偏东5—40个经度,相应地,海洋大陆的对流辐合东传越过180°。进一步分析辐合中心的位置可以看到,1982年6—12月OLR负距平中心位于150°E—135°W间,且自西向东移动,1983年1月起,OLR负距平中心不断出现在180°以东的中太平洋地区并东传到90°W附近的南美西岸。从辐合强度看,

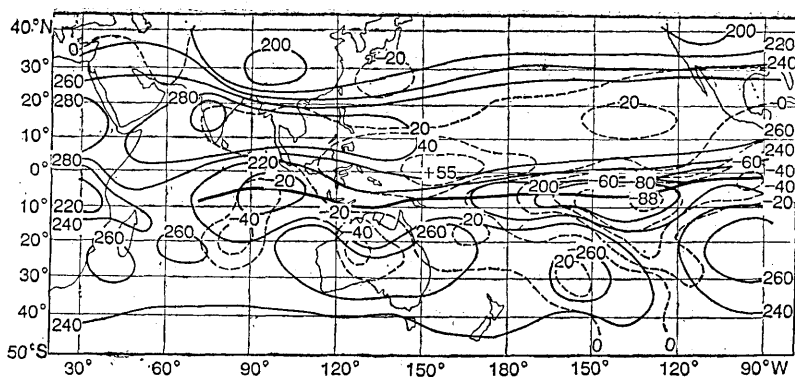


图 3 1983年3月OLR平均场(实线)和距平场(虚线)

1982年8月到1983年3月辐合中心的强度不断增强,距平值从-44增强到1983年3月的-88(见图3)。1983年4—9月,中太平洋OLR负距平区的强度逐渐减弱并最后消失,东太平洋赤道地区的辐合也趋于减弱,1983年10月起干冷带又趋于增强。

位于90—150°E印度尼西亚和西太平洋赤道区域的辐合强度从1982年6月到1983年3月不断趋于减弱,OLR正距平中心在这一区域内略有东移,1983年3月达55(见图3)。在整个事件进程中,赤道西太平洋地区辐合减弱的程度比海洋大陆更为显著。1983年4—6月,赤道西太平洋以南地区的辐合出现增强的趋势,相应OLR正距平区北抬减弱消失,7月起该区域又成为OLR负距平区。

由上述分析可知,在1982/1983年厄尔尼诺事件过程中,海水增温从而赤道干旱带减弱东退的过程于1982年7月始于中太平洋日期变更线附近,然后OLR负距平中心渐次东移,于1983年3月达到南美西岸。整个过程经历了几次OLR负距平中心在中太平洋形成东传到北美西岸的过程;而位于90—150°E间的印度尼西亚和赤道西太平洋区域则在厄尔尼诺过程中辐合趋于减弱,并于1983年4月整个事件结束之前辐合转为增强。

但是,并非所有的厄尔尼诺事件过程都是与1982/1983年一致。1976年的厄尔尼诺

事件主要出现在该年5—12月,在这之前的1—3月,赤道中、东太平洋为正OLR距平区,表明前期干冷带偏强、辐合减弱,在干冷带北侧15°N以北的负OLR距平区不断向西伸展,并从3月份起逐月向南移动,5月份开始控制赤道以北的中、东太平洋地区,到10月份其南缘达到最南位置5°S,11月份干冷带又开始增强北抬,使这一区域的负距平区逐渐趋于减弱。在1976年厄尔尼诺期间先后有几个负距平中心形成于150°—120°W间的赤道东太平洋地区并逐渐西移,从东太平洋辐合达到最强的7月份开始,在120°—90°W间也有负OLR距平中心形成并西移,最终都消失在日期变更线附近。

三、厄尔尼诺年春季连阴雨

的热带环流背景

分析1983年4月8—15日连阴雨期间OLR平均场(图略)并与多年连阴雨期间OLR平均场(图1a)比较表明,1983年春季连阴雨期间ITCZ位置偏南5个纬距,ITCZ上100°E处辐合中心的强度减弱 $7W \cdot m^{-2}$,而140°E处辐合中心的辐合则增强 $14W \cdot m^{-2}$,西太平洋副热带高压偏南6—7个纬距,110—140°E间副热带高压脊线处平均强度增强 $14W \cdot m^{-2}$ 。

上述厄尔尼诺年春季连阴雨的热带大尺度系统的特征在对流层低层和高层的环流场

上表现得更为清楚。图4给出的是1981年3月28日—4月9日以及1983年4月8—15日的两次连阴雨过程的850hPa和200hPa的速度势场。从图4a可以看到,在非厄尔尼诺年的1981年,连阴雨期间850hPa $\chi = +200 \times 10^4$ (单位 $\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$,下同)的辐合区位于长江流域及以南东伸到台湾以东的海面上,其南侧的辐合气流主要来自:(1)中心位于印度西北部以及阿拉伯半岛的辐散区内的辐散流向东经孟加拉湾进入华南,这一股气流主要在长江上游产生辐合;(2)印度洋东南部及澳大利亚西部的辐散流经 $105-115^\circ\text{E}$ 越过赤道向长江中下游辐合;(3)西太平洋副热带高压外部的辐散流。而在同期的200hPa速度势场上(图4b),相应的辐散区偏南,位于长江

中下游及以南地区,中心在海南岛,辐散气流流向:(1)印度西北部的辐合区;(2)向南经 $115-120^\circ\text{E}$ 越过赤道到达澳大利亚西北部的辐合区;(3)向东进入西太平洋副高的辐合区内。在 130°E 以东和 110°E 以西的赤道区域有两片辐散区,与850hPa的辐合区相对应,系ITCZ所在的位置。上述200hPa上东面一片辐散区的北侧有一片 $\chi > 0$ 的辐合区,为西太平洋副高所在地,可见这一副高区域的辐合下沉气流较弱。

在图4c中,1983年4月8—15日连阴雨期间850hPa的平均速度势场上,从黄河以南到华南地区为一 $\chi = +200 \times 10^4$ 的辐合区,中心位于长江中下游南侧,南面的辐合气流来自西太平洋副高、南海副高和印度洋副高

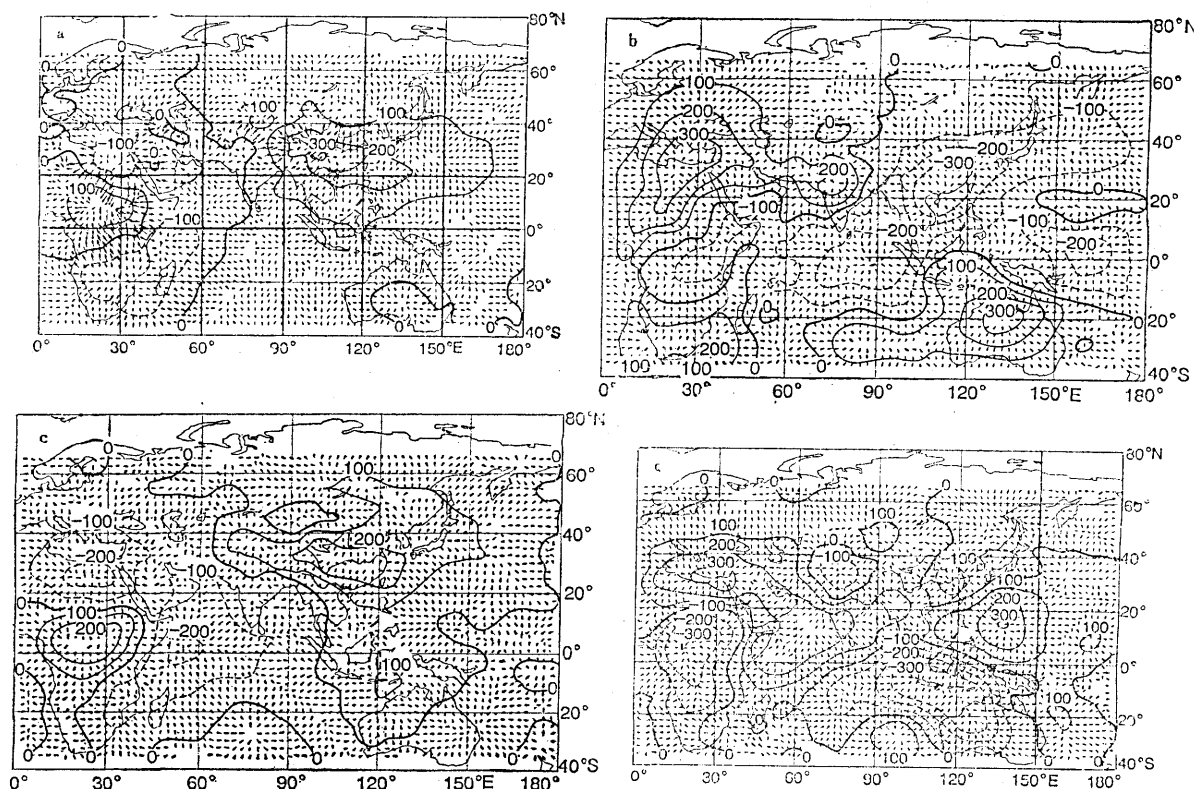


图4

- a. 1981年3月28日—4月9日850hPa速度势场和散度场
- b. 1981年3月28日—4月9日200hPa速度势场和散度场
- c. 1983年4月8—15日850hPa速度势场和散度场
- d. 1983年4月8—15日200hPa速度势场和散度场

向北的辐散外流。副高向南的辐散流则流入中心位于印度以南、澳大利亚西北部的 $\chi = 100 \times 10^4$ 的辐合中心, 辐合轴位于 5°S 附近, 为ITCZ所在位置, 比常年偏南5个纬距。200hPa速度势场上(图4d), 原在1981年连阴雨期间位于印度尼西亚和澳大利亚西北部辐合区为 $\chi = -300 \times 10^4$ 强辐散区所代替, 海洋大陆地区南北向速度势梯度明显加大, 表明有强大的辐散气流向北侧副高区辐合, 在哈得来环流作用下, 位于西太平洋和印度洋的副高异常增强、范围增大、位置偏南, 西太平洋副高区对应 $\chi = +300 \times 10^4$ 的辐合区; 西部的辐合区从阿拉伯半岛西北部向东偏南伸展, 经西印度洋、印度半岛和孟加拉湾到达中南半岛。中心位于长江中下游的辐散区, 其辐散流向南流入西太平洋副高、南海副高和印度副高, 与850hPa流场构成一个低层向长江中下游辐合上升、高层向副高辐散下沉的闭合环流圈。

厄尔尼诺年春季连阴雨过程流场的这一特征在同期500hPa高度场(图略)上也可以清楚地反映出来。这一期间随着ITCZ增强, 副高偏南但异常增强, 5880gpm等高线在东半球打通, 西太平洋和印度洋副高强度达5920gpm, 并有5960gpm的高中心出现, 这在春季是罕见的。由于副高打通呈环带分布, 南支西风收缩, 孟加拉湾低槽消失, 越赤道气流也不再出现。长江中下游地区依靠这三环副高提供的源源不断的水汽和能量, 产生长时间持续的强降水。在4月8—15日的这次连阴雨过程中, 除11日大部地区为小—中雨、江西出现大雨外, 其余7天中, 长江中下游地区每天均有暴雨出现。统计表明, 厄尔尼诺起始年及持续年对应长江中下游春季连阴雨的严重年或明显年, 这一对应关系在长江以南达6/6, 对包括长江以北在内的整个长江中下游地区来说, 对应关系略差。这充分说明厄尔尼诺事件不仅对长江流域汛期降水、夏季东北低温冷害的形成具有严重的

影响, 它同样也对长江流域过渡季节的持续降水产生增幅作用, 其影响也是不容忽视的。

四、小结

1. 长江中下游春季连阴雨不仅是由南北两支西风带系统相互作用而产生的, 热带赤道地区的系统以及南半球越赤道气流对连阴雨的产生和持续同样具有重要的作用。

2. 在厄尔尼诺事件中, 过渡季节热带、副热带系统呈现出异常的特征: ITCZ上的辐合异常增强, 在哈得来环流作用下, 副高也异常增强, 西太平洋副高、南海副高以及印度洋副高外围辐散流向长江流域强烈辐合, 造成该地区长时间、高强度的持续降水, 具有显著的增幅作用。

参 考 文 献

- (1) Lan, K.-M. and L. Peng, Origin of Low-frequency (Intraseasonal) oscillations in the tropical atmosphere. Part I: basic theory. *J. Atmos. Sci.*, 44, 950—972, 1987.
- (2) T. Nitta, Convective activities in the tropical western Pacific and their impact on the northern hemisphere summer circulation. *J. Atmos. Sci.*, 65, 373—390, 1987.
- (3) Krishnamurti, T. N., Divergent Circulations on the 30 to 50 day time scale. *J. Atmos. Sci.*, 42, 364—376, 1985.
- (4) 席林华, 春季低温连阴雨天气的热带环流和总量分布, 气象, 1989年, 第8期。

The steady rain over the middle and lower reaches of
Changjiang River in a spring and the back ground to the
circulation in the El-Nino years

Shi Ning

(Meteorological Research Institute of Jiangsu Province)

Abstract

In this paper, outgoing longwave radiation (OLR) data from 1975 to 1983 and ECMWF seven layers data from 1980 to 1983 are used to investigate the basic features of the tropical and the subtropical system in the steady rain processes over the middle-lower reaches of the Changjiang River in spring and their difference with those in the steadily clear processes. Furthermore, the anomalous circulation background over the tropics and the subtropics in the El-Nino years and its effect on the steady rain over the middle-lower reaches of the Changjiang River in the transition seasons are discussed emphatically, and some significant facts are revealed.