

1998 年我国东部大陆夏季风
特征研究^①

徐国强

朱乾根

(中国气象科学院, 北京 100081)

(南京气象学院)

提 要

利用 NCEP/NCAR 再分析资料和 OLR 资料,研究了 1998 年我国东部大陆夏季风的特征。结果指出,1998 年夏季副高脊线的平均位置偏南,华南地区和长江流域的夏季风较强,强对流维持时间长;华北地区的夏季风较弱,对流比常年偏弱;我国东部大陆夏季风存在明显的低频振荡现象。

关键词: 夏季风 副高 对流 低频振荡

引 言

季风是东亚大气环流一个非常重要的特征,也是直接控制中国天气气候变化的一个重要因素。早在 30 年代竺可桢^[1]从近代气象学的观点讨论了东南季风与中国雨量的关系。60 年代,高由禧等人^[2]首次对季风进行了比较系统的研究,揭示了我国季风气候的一些特点,指出季风进退同大陆上雨带移动有密切关系。近年来,亚洲季风作为一个全球性气象问题越来越受到人们的重视,国内外季风研究取得了不少有意义的成果。中国学者^[3,4]通过对亚洲各季风系统特征的分析,注意到东亚地区的季风系统与印度地区的季风系统之间不仅组成的成员不尽相同,而且其变化的特征也有明显的差异,提出了东亚季风的新概念。也就是说亚洲季风系统是一个大的季风系统,其中包括印度季风和东亚季风两个不同的部分。郭其蕴等^[5]指出,华北夏季的降水与印度季风雨有明显的相关。中国既受东亚季风系统的影响,又受印度季风系统的影响。80 年代一些研究表明^[6,7],中国东部大陆夏季降水受西太平洋副热带高压西侧由东南季风转向的西南季风影响很大,这种季风与直接来自赤道附近影

响我国的热带季风不同,属副热带季风性质。因此,东亚季风与印度季风的差异还在于它包含了两种不同性质的季风。由于副热带高压随季节的进退活动,副热带和热带季风也季节性地南北移动。副热带季风在前汛期主要影响华南,梅雨期影响长江流域,盛夏影响华北,即它的影响可遍及中国东部大陆绝大部分地区。而热带季风主要是在盛夏时影响华南地区。

1998 年是 1997 年开始的极强厄尔尼诺异常现象的次年。由于赤道东太平洋海温持续偏高,西太平洋海温持续偏低,加之极涡、鄂霍次克海阻高、沿海低槽等中高纬天气系统异常活跃,使西太平洋副高脊线经常维持在较偏南的位置,季风雨带也由此主要持续活跃在长江及以南地区,造成该地区 40 多年未遇的全流域大洪水^[8],而华北地区却出现了严重的干旱。因此,很有必要研究 1998 年中国东部大陆夏季风的特征。

本文利用 1998 年 1~8 月美国 NCEP/NCAR 制作的全球日平均分析场资料和 NOAA 卫星探测得到的 1998 年 2~10 月全球逐日 OLR 资料以及 NCEP/NCAR 制作的 1958~1997 年全球月平均再分析资料,研究

① 本文受国家自然科学基金(49975105)和中国气象科学研究院博士、博士后科研启动基金项目资助

了1998年夏季副高变动及我国东部大陆夏季风的特征,并对我国东部大陆的对流变化进行了分析。

1 1998年夏季副高变动及东部大陆季风特征分析

2.1 1998年夏季副高变动及其变动周期

西太平洋副热带高压是影响我国东部地区夏季天气的最重要天气系统。我国夏季主要雨带位置和旱涝分布与西太平洋高压的活动有密切关系,它们不仅与副热带高压的强弱变化有关,而且更重要的是与副热带高压脊线位置的南北变动有关。西太平洋副高脊线随着季节北进、南撤现象是东亚大气环流季节转换的最显著特征。

在天气分析中一般用500hPa等压面上5880gpm等高线的变化描述西太平洋副热带高压活动状况,然而在实际天气图上,有时分析不出5880gpm等高线,如用5880gpm等高线描述副高活动,就会出现不连续现象。

众所周知,对流层中层500hPa上的西太平洋副高南侧盛行东风,北侧盛行西风,在副高内必然客观地存在一个 $U=0$ 的东、西风分界线。本文制作了 $120\sim 145^{\circ}\text{E}$ (即夏季副高主体所在的范围)区域内500hPa $U=0$ 的东、西风分界线的时间-纬度剖面,用以表示副高主体的脊线位置,用 $120\sim 145^{\circ}\text{E}$ 区域平均OLR值(阴影区表示 $\text{OLR}\geq 245\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$)的时间-纬度剖面表示副高强度(图1)。由此图可见,南海季风在5月下旬爆发时,西太平洋副热带高压减弱,随后副高脊线在 18°N 附近振荡,从6月11日开始,副高逐渐增强,副高脊线北抬,并一直持续到6月28日,副高脊线达到 27°N 。6月29日副高有所减弱、南退,6月30日又重新加强北抬,在7月5~9日副高脊线已接近 30°N ,随后副高脊线在13日前后突然南落至 20°N 附近,并且直到7月26日副高脊线一直在 20°N 附近振荡维持,7月28日副高加强、脊线快速北抬,在8月1日副高脊线达到 29°N ,然后副高脊线在 $27\sim 30^{\circ}\text{N}$ 区域变动,8月17日副高又全面减弱南退。总起来看,1998年副高脊线的平均位置偏南,副高变动在夏季呈现出低频振

荡的特征。

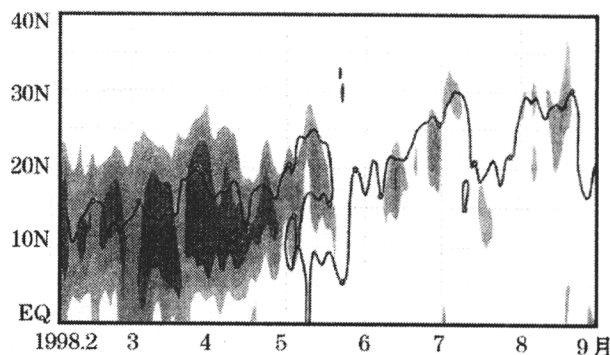


图1 1998年 $120\sim 145^{\circ}\text{E}$ 内OLR及500hPa纬向风速为0线的时间-纬度剖面图

阴影区: $\text{OLR}\geq 245\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$,粗实线:500hPa纬向风速0线

从上面分析看出,副高强度和脊线位置明显存在低频振荡现象,为确切了解其低频周期的特征,以 $27\sim 30^{\circ}\text{N}$ 、 $120\sim 145^{\circ}\text{E}$ 区域作为1998年副高主体的关键区,对关键区OLR值的平均作小波分析(图2),其中时间滞后取70天。图2显示,在1998年的3~8月存在准45天的低频周期,此外在2~8月还存在10~20天的振荡周期,其中准45天的低频周期从春到夏是逐渐增强的,在5~8月这个周期是最显著的。

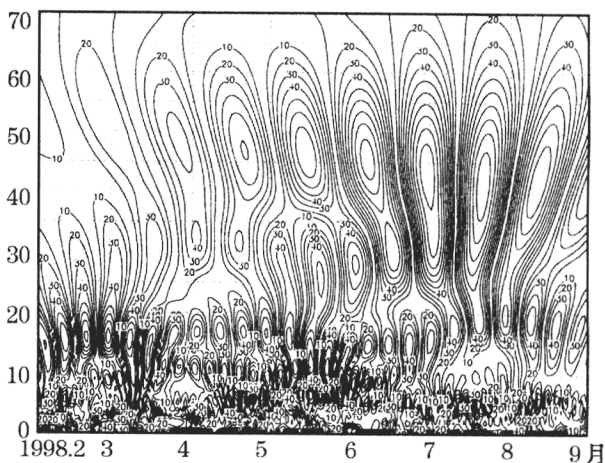


图2 OLR区域($27\sim 30^{\circ}\text{N}$ 、 $120\sim 145^{\circ}\text{E}$)平均的Morlet小波分析

横坐标表示时间,纵坐标表示时间周期,单位:天

1.2 1998年中国东部大陆夏季风的强弱特征分析

季风的成因比较复杂,与热力、海陆、地形等因子有关,夏季降水与季风强弱有直接关系。为研究1998年东亚夏季风的水平环流状况,制作了850hPa 5~8月月平均水平环流场(图3)。

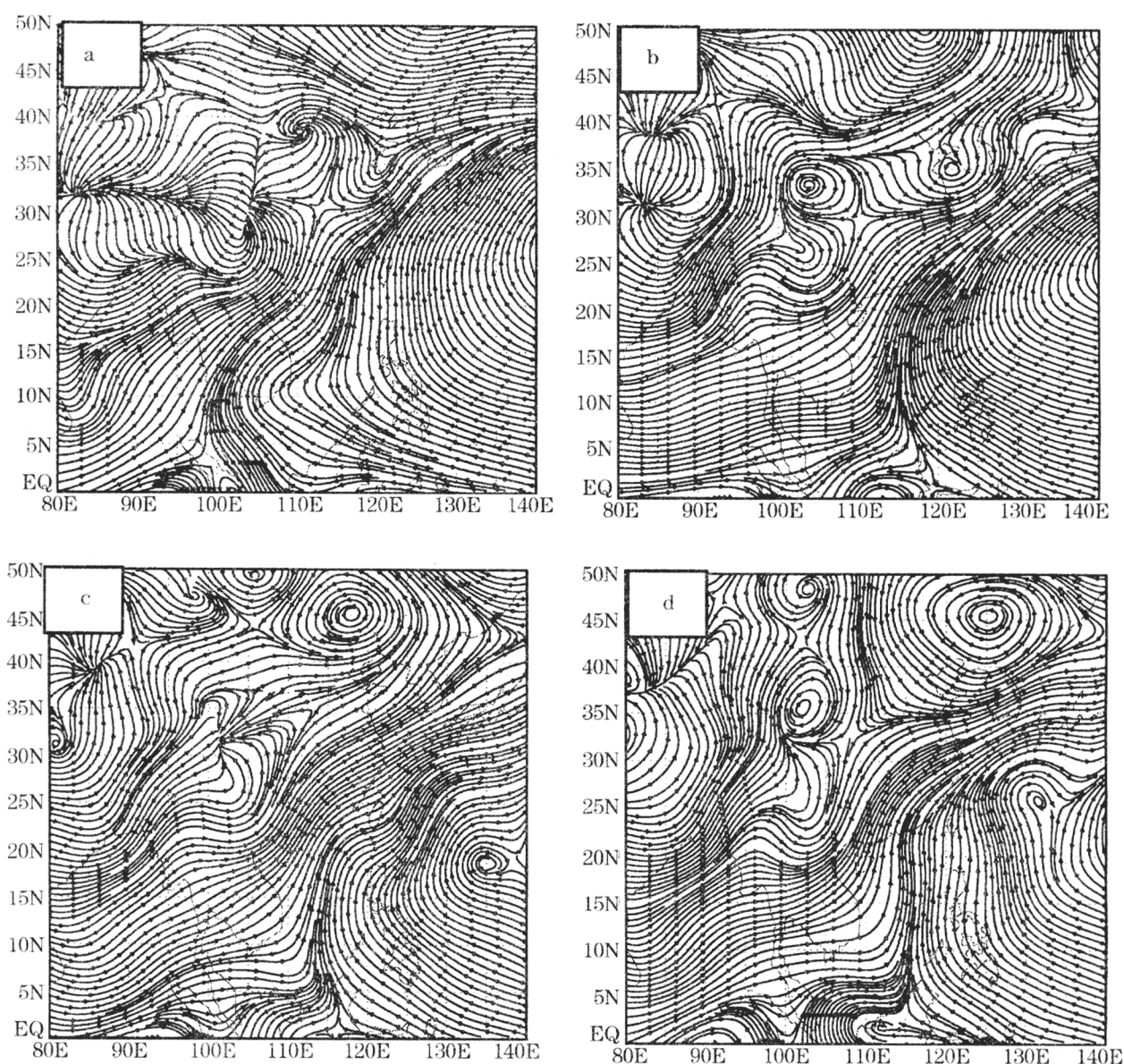


图3 1998年5~8月850hPa月平均环流

a.5月 b.6月 c.7月 d.8月

在5月(图3a),我国南海和华南地区已受西南气流控制,西南气流在 30°N 附近与来自中高纬的偏北气流交汇,我国的东北和华北东部为低槽区,副高中心在 140°E 以东。6月时(图3b),我国南海的西南气流明显加强,黄海出现闭合低压,来自北方的偏北气流仍然维持,蒙古有低槽发展,使暖湿西南气流与北方冷空气仍在 30°N 附近相遇,并稳定维持,造成长江流域的持续性降水天气。到7月(图3c),北方冷空气减弱北退,华北北部出现较强的气旋,使内蒙古出现强降水天气,副高中心位于 19°N 、 135°E 附近,副高位置偏南,其西侧的西南气流主要在 35°N 以南地区, 35°N 以北地区只有很弱的西南气流。因

此我国华北地区的夏季风比常年偏弱。至8月时(图3d),华北北部的气旋移至东部地区,形成东北低压,使东北地区连降暴雨形成洪涝灾害。由于东北低压的发展,使副高位置偏南,西南气流南缩,来自东北低压左下方的西北气流与西太平洋副热带高压西北侧的西南气流相汇于 34°N ,但西南气流的主体在 32°N 以南地区。

从上面分析可看出,西南气流只在7月份越过了 35°N ,但强度很弱,8月份西南气流只到 34°N ,西太平洋副热带高压位置偏南,使我国的华南地区和长江流域持续维持较强的西南气流,因此在1998年这一地区的夏季风较强,而华北地区的夏季风较弱。

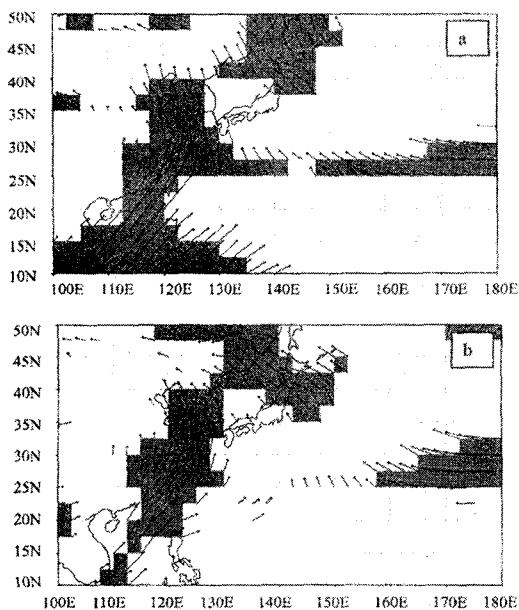


图4 40年平均(a)和1998年(b)1000hPa 7月减1月风向夹角大于 120° 的风矢量差分布

经典季风学说认为由海陆热力差异及其他加热不同所造成的冬夏对流层低层盛行风向的显著转换是季风形成的根本原因,并根据地面风向的冬夏季转换确定了季风区^[9]。下面我们分别计算了1958~1997年40年平均和1998年1000hPa 1月和7月气候平均风场,来代表冬夏盛行风,并以7月和1月平均风向夹角大于 120° 为标准来确定季风区^[10],用以详细说明1998年夏季风的强弱特征。图4a、b分别显示了1958~1997年40年平均和1998年7月减1月1000hPa实际风速差值分布,阴影区为冬夏平均风速交角大于 120° 的地区,即为季风区,图4b与图4a比较,在我国长江流域至 25°N ,1998年季风要强于40年平均,特别是在长江流域 30°N 附近,季风区可向西伸展到 110°E ,而40年平均风场只伸展到 113°E 附近;从强度上分析,长江流域季风强度也比40年平均状况明显偏强。在华北地区,从图4a中可看到, 35°N 以北 110°E 以东均有季风存在,并且在华北东部的沿海地区季风很强,而在1998年(图4b), 35°N 以北的华北仅在近海有季风存在,东部大陆季风很弱,且范围很小。从以上分析我们可明确得出,1998年夏季长江流

域季风较多年平均要强,而华北地区夏季风比多年平均要弱,再次验证了前面的结论。

为讨论1998年我国东部大陆夏季风的活动特征,本文还做了5~8月我国东部大陆925hPa经向平均($116^\circ\sim 120^\circ\text{E}$)风矢量的时间-纬度剖面图(图5),由图可见,从5月下旬开始系统性SW气流不断北移,6月下旬至7月初SW气流将暖湿气流输送到长江流域,造成这一地区的持续性降水;在7月上半月SW气流越过 35°N 到达华北地区,为华北地区的强降水天气提供了水汽条件;7月下旬受副高中心脊线南退的影响,SW气流突然南撤至 30°N 附近,造成长江流域的二度入梅,使这一地区出现严重的洪涝灾害。从以上分析可知,夏季风对我国东部大陆的降水具有重要影响,夏季风的每一次进退都造成了东部大陆雨带的移动,因此研究夏季风的活动特征是非常有意义的。与前面关于副高脊线进退的分析比较可发现,副高脊线的变动一般要先于我国东部大陆夏季风的变动,如副高脊线在7月13日前后突然南撤至 20°N 附近,而SW气流在7月中后期才突然回撤到 30°N 附近,这说明副高脊线的摆动对SW气流的进退具有指示意义,副热带高压主要是动力学气压系统,因此可用副高脊线的变动来预报SW气流的变化,这在实际工作中是十分有意义的。关于副高中心脊线在1998年7月突然南撤的原因已有分析^[11],还有待下一步进行更深入的研究。

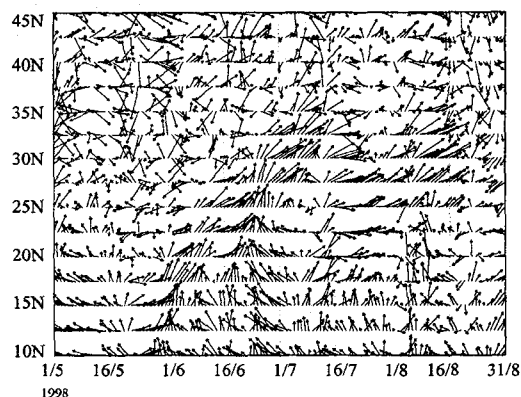


图5 1998年5~8月925hPa经向平均($116^\circ\sim 120^\circ\text{E}$)风矢量的时间-纬度剖面图

1.3 1998年中国东部大陆夏季风的低频振

荡周期分析

图 6a、b 分别是我国东部区域 ($20 \sim 35^\circ \text{N}$, $110 \sim 125^\circ \text{E}$) 纬向风和经向风的小波分析图。在图 6a 中, 小波能量反映 1998 年夏季我国东部主要存在准双周振荡和准 45 天的低频周期, 此外, 在 7~8 月还存在准 23 天的低频振荡周期, 5~6 月和 8 月存在准 8 天的低频周期。在这些低频周期中, 准双周振荡和准 45 天的低频周期是最强的两种, 并在夏季所有时间表现出来。在经向风的小波分析图中 (图 6b), 小波系数反映我国东部地区 1998 年夏季经向风具有较强的准 45 天的低频周期, 此外, 还存在相对较弱的 5~15 天振荡周期。准 45 天低频周期在整个夏季是最突出的周期, 但它在不同时间强度也有差异, 此低频周期在 5 月份开始增强, 到 7 月份和 8 月上旬达到最强。

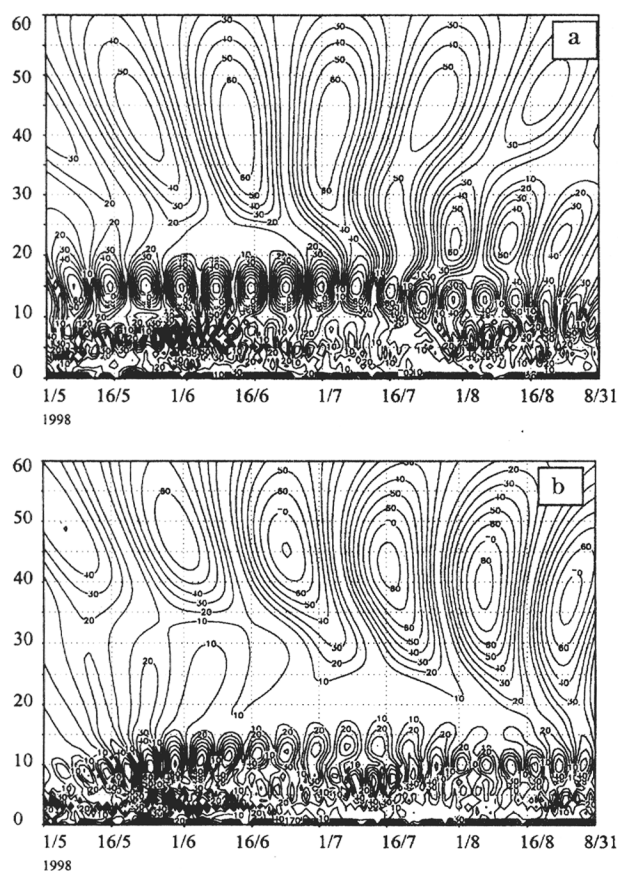


图 6 中国东部 ($20 \sim 35^\circ \text{N}$, $110 \sim 125^\circ \text{E}$) 850hPa 纬向风(a)、经向风(b)的 Morlet 小波分析
横坐标表示时间, 纵坐标表示时间周期, 单位: 天

总之, 我国东部夏季风存在明显的准 45 天低频周期, 也表现出了准双周振荡的特征, 纬向风在 7、8 月份还有准 23 天的周期, 副高

变化也存在准 45 天的低频周期。这与南海夏季风的低频振荡周期非常相似^[12], 由于南海季风的大气低频振荡是由南向北传播的, 所以, 副高强度和位置的变动和东部大陆夏季风低频振荡可能受到南海大气低频振荡的很大影响。其可能机制是, 南海夏季风的低频振荡向南传播, 引起副高强度和位置的低频变化, 从而影响东部大陆夏季风的低频变化。其详细过程还需以后进一步的研究。

2 1998 年夏季我国东部大陆对流变化分析

图 7 是 1998 年 5~8 月中国东部 ($110 \sim 120^\circ \text{E}$) 区域平均 OLR 时间-纬度剖面图, 图中阴影区表示 $\text{OLR} \leq 200 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ 区域, 可看作是强对流区或云雨区。从图中看到, 强对流区在 5 月中旬后期首先在南海北部出现, 5 月下旬在南海全面爆发, 与南海季风全面爆发相对应。6 月初强对流区向北移动, 6 月 12 日强对流区北跳到华南和长江以南地区 ($26 \sim 30^\circ \text{N}$), 并在这一区域稳定维持, 直至 6 月 28 日, 强对流区加强北推到长江以北至淮河流域地区, 这个过程正好对应江淮梅雨的开始、维持和盛行过程。在 7 月 4 日强对流区突然北跳到 35°N 及以北地区, 江淮梅雨结束, 华北地区雨季开始。7 月 16 日强对流区北撤到长江以北至淮河流域, 随后强对流区维持在 $25 \sim 31^\circ \text{N}$ 之间, 使沿江江南地区二度入梅, 长江中下游及湖南、浙江和江西大部分地区出现了暴雨和大暴雨, 其中武汉在 7 月 21 日和 22 日出现了历史上罕见的大暴雨天气。8 月上半月强对流区有所北推, 长

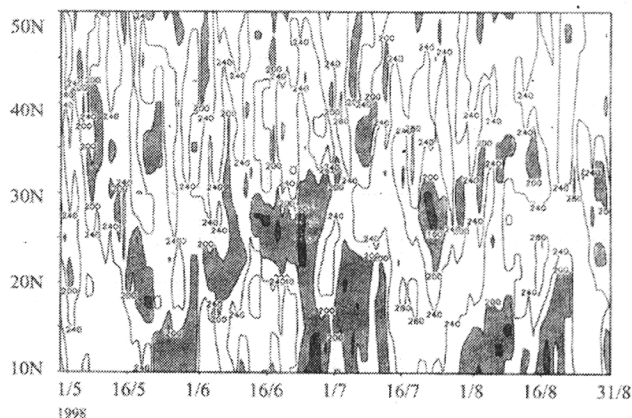


图 7 1998 年 $110 \sim 120^\circ \text{E}$ 区域平均 OLR 的时间-纬度剖面图

阴影区: $\text{OLR} \leq 200 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$

江以北地区也出现二度梅雨,8月下半月对流减弱南撤,长江流域的降水逐渐消失。

从以上分析知,由于1998年夏季强对流区在江淮流域及以南地区维持时间较长,使江淮地区出现两次梅雨天气过程,在长江流域产生持续性降水和暴雨天气,造成长江流域及以南地区出现了历史上自1954年以来的最大洪涝灾害。而华北地区强对流只出现在7月的上中旬,维持时间短,所以华北地区对流比常年偏弱,降水偏少,长江流域及江南地区对流比常年偏强。

3 结 语

通过以上分析,可得如下结论:

(1)1998年夏季副高脊线的平均位置偏南,副高变动在夏季呈现出低频振荡的特征。1998年我国的华南地区和长江流域持续维持较强的西南气流,这一地区的夏季风较强,而华北地区的夏季风较弱。

(2)我国东部夏季风存在明显的准45天低频周期,也表现出了准双周振荡的特征,纬向风在7、8月份还有准23天的周期,与南海夏季风的低频振荡周期非常相似。副高强度和位置的变动及东部大陆夏季风低频振荡可能受到南海大气低频振荡的很大影响。

(3)1998年夏季,江淮流域及以南地区强对流维持时间较长,对流比常年偏强。使江淮地区出现两次梅雨天气过程,造成长江流域及以南地区出现了历史上罕见的洪涝灾

害。而华北地区强对流只出现在7月的上中旬,维持时间短,所以华北地区对流比常年偏弱。

参考文献

- 1 竺可桢. 东南季风与中国之雨量, 地理学报, 1934, 1: 1~26.
- 2 高由禧等. 东亚季风的若干问题, 北京: 科学出版社, 1962.
- 3 金祖辉, 陈隆勋. 夏季东亚季风环流系统的中期变化及与印度季风系统的相互关系, 全国热带季风学术会议论文集, 昆明: 云南人民出版社, 1982: 204~215.
- 4 Tao, S. Y. and L. Chen, A review of recent research on the Eastern Asian summer monsoon in China, Monsoon Meteorology, Oxford University Press, 1987, 60~92.
- 5 郭其蕴, 王继琴. 中国与印度夏季风降水的比较研究, 热带气象, 1988, 4: 53~60.
- 6 朱乾根, 何金海. 亚洲季风建立及其中期振荡的高空环流特征, 热带气象, 1985, 1: 9~18.
- 7 朱乾根, 吴 洪, 谢立安. 夏季亚洲季风槽的断裂过程及其结构特征, 热带气象, 1987, 3: 1~8.
- 8 中国气象局国家气候中心. 98 中国大洪水与气候异常, 北京: 气象出版社, 1998.
- 9 Ramage C S. Monsoon Meteorology, New York and London: Academic Press, 1971.
- 10 朱乾根, 刘宣飞. 大气环流的正斜压流型特征与季风类型, 气象学报, 2000, 58(2): 194~201.
- 11 许晨海, 倪允琪, 朱福康. 1998年7月西太平洋副高显著南落的原因, 气象, 2000, 26(8): 6~9.
- 12 朱乾根, 徐国强. Features of 1998 SCS Summer Monsoon LFO with Effect On Rainfall in Yangtze Basin. 南海季风爆发和演变及其与海洋的相互作用, 北京: 气象出版社, 1999: 325~329.

Study of Summer Monsoon Features of 1998 in Eastern China

Xu Guoqiang

(Chinese Academy of Meteorological Sciences, Beijing 100081)

Zhu Qiangen

(Nanjing Institute of Meteorology, Nanjing 210044)

Abstract

Based on NCEP/NCAR reanalysis data and NOAA OLR data, the features of summer monsoon of 1998 in the eastern China are investigated. Results show that average location of subtropical ridge in 1998 is in the south of secular average position, summer monsoon is stronger with long time strong convection activity in South China and Yangtze River Basins, weak summer monsoon and convection in North China. LFO (low-frequency oscillation) is obvious in Eastern China.

Key Words: summer monsoon subtropical high convection LFO