

大气季节内振荡的活动与江淮流域夏季旱涝*

李崇银 杨 辉

(中国科学院大气物理研究所大气科学数值模拟国家重点实验室, 北京 100029)

提 要 观测资料的分析极为清楚地表明, 江淮流域的夏季降水有着极为明显的低频变化, 周期为 30—60d 和近 20d 的振荡是其最基本的特征, 尤其是在多雨的年份. 对应江淮夏季多雨(涝)年和少雨(旱)年, 大气环流的分析表明其大气季节内振荡(ISO)的形势有着显著的差异. 例如在多雨(少雨)年, 在长江以南的 850hPa 上为一个低频(ISO)反气旋(气旋)性环流控制, 而中国北部和日本一带为气旋(反气旋)性环流, 从而在江淮流域形成较强的低频辐合(辐散)气流; 在 200hPa 的青藏高原上却为一个低频气旋(反气旋)性环流所控制. 分析还表明, 对应多雨年, 在江淮流域有明显的由中高纬度向南传播和由低纬度向北传播的大气低频振荡的汇合情况; 而对应于少雨年, 由中高纬度向南传播的低频系统较不明显, 在江淮流域低频系统的汇合也较为不清楚.

关键词 江淮流域夏季旱涝 低频特征 大气季节内振荡 环流形势

分类号 P426.616

自从上世纪 70 年代初发现大气季节内(30—60d)振荡^[1], 许多国内外的大气科学家已对其进行了一系列的研究^[2-5], 并将其视为短期气候变化的重要机制, 从而大气季节内振荡(ISO)得到普遍关注.

中国东部的降水变化已被研究证明有一定的低频特征, 例如有研究表明, 梅雨锋的活动有 45d 变化特征, 从而对中国东部降水的变化有影响^[6]; 而大气季节内振荡(ISO)的活动对中国东部降水的影响也已在一些研究中提到^[7-9], 尤其是发现由中国南海北传的大气 ISO 与长江流域夏季暴雨有关^[10]; 但也有研究表明南海地区和长江流域的大气 ISO 有反相变化的特征^[11]. 由于大气 ISO 的活动可以导致夏季风的异常^[12], 从而也就可能引起江淮流域夏季降水的明显差异(旱或涝), 但大气季节内振荡的活动与江淮流域夏季异常降水有什么样的关系还是一个需要研究的问题.

为了搞清江淮流域夏季异常降水与大气季节内振荡的关系, 本文将就江淮流域旱涝年所对应的大气低频环流特征进行合成及对比分析. 所用资料主要有 1961—2000 年的 NCEP/NCAR 再分析资料; 中国的每日降水资料. 江淮流域的降水异常用武汉、蚌埠等 15 个站的平均降水距平表示; 为了描写大气 ISO, 用了一般常用的 20—70d 带通滤波器^[13].

1 江淮流域夏季降水的主要特征

已有研究指出, 夏季江淮流域降水在时间变化上主要表现为低频变化特征^[8,14]. 进一步

*国家自然科学基金项目(40233033)和中国科学院创新项目(ZKCX2-SW-210)联合资助.

2003-04-05 收稿; 2003-11-21 收到修改稿. 李崇银, 男, 1940 年生, 中国科学院院士, email: lcy@lasg.iap.ac.cn.

的分析发现其中又以 30—60d 和近 20d 两类低频振荡为主，而且降水的低频特征在多雨年和少雨年是很不一样的，在多雨年其低频振荡要比在少雨年强。图 1 是一个很好的例子，在降水偏多的 1980 年，南京每日降水量的时间变化呈现出极明显的 20—70d 低频振荡特征；而在降水偏少的 1985 年，南京降水量的低频变化却不显著。在其他地方和时间，降水变化也有与图 1 相类似的特征。

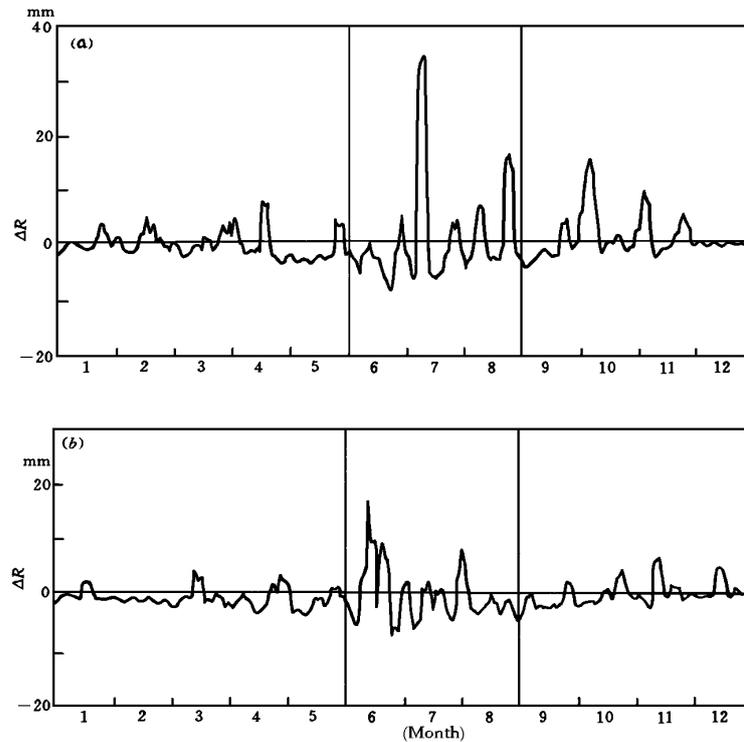


图 1 1980 年 (a) 和 1985 年 (b) 南京降水量距平 (ΔR , mm) 的时间变化 (已作过 5 天滑动平均; 纵坐标是以毫米为单位的降水量, 横坐标是月份)

Fig.1 Temporal variations of 5-day running averaged precipitation anomaly (ΔR , mm) at Nanjing in 1980 (a) and in 1985 (b)

根据已有研究结果，我们选择 6 个多雨年 (1969, 1980, 1991, 1996, 1998 和 1999)，它们的降水量距平均大于 40%，和 5 个少雨年 (1961, 1966, 1967, 1978 和 1985)，它们的降水量距平均少于 -25%，分别对它们进行了小波分析。作为多雨年和少雨年的代表，其小波系数在 5 月 1 日到 8 月 31 日期间的分布特征分别如图 2 所示。十分明显，对于多雨年 (图 2a)，低频信号在夏季非常强；相反，对于少雨年 (图 2b)，低频信号就很弱，降水变化的主要周期在 10—15d。

对大气环流的小波分析表明，其系数的分布特征同江淮流域夏季降水量十分类似。对应江淮流域的涝年，在江淮及附近地区的大气环流有较强的低频振荡信号，且主要模为 30—60d 振荡；对应江淮流域的旱年，那里的大气环流的低频振荡也不显著，尤其是 30—60d 振荡较弱 (图略)。因此可以认为，江淮流域的旱涝与大气环流的季节内 (30—60d) 振荡的活动有一定关系。

2 在江淮旱、涝年的大气季节内振荡形势

为了进一步揭示大气季节内振荡与江淮流域夏季旱涝的关系, 分别对 850、500 和 200hPa 上的大气季节内振荡的流场形势进行了合成分析(6 个涝年及 5 个早年分别合成).

图 3 分别给出了江淮流域涝年所对应的大气季节内振荡风场在 850、500 和 200hPa 上的形势. 850hPa 低频 (ISO) 流场的主要特征是在长江以南到南海及西北太平洋地区为一个反气旋环流控制, 而有一个气旋性环流位于中国北部到日本一带. 这样, 低频 (ISO) 北风气流和低频南风气流在江淮流域形成了一个较强的低空辐合气流. 200hPa 上低频流场的主要特征是在青藏高原上空有一气旋性环流, 在朝鲜和日本上空为气旋性环流系统, 江淮流域的高空, 低频气流明显辐散. 500hPa 低频环流与 850hPa 大致相似.

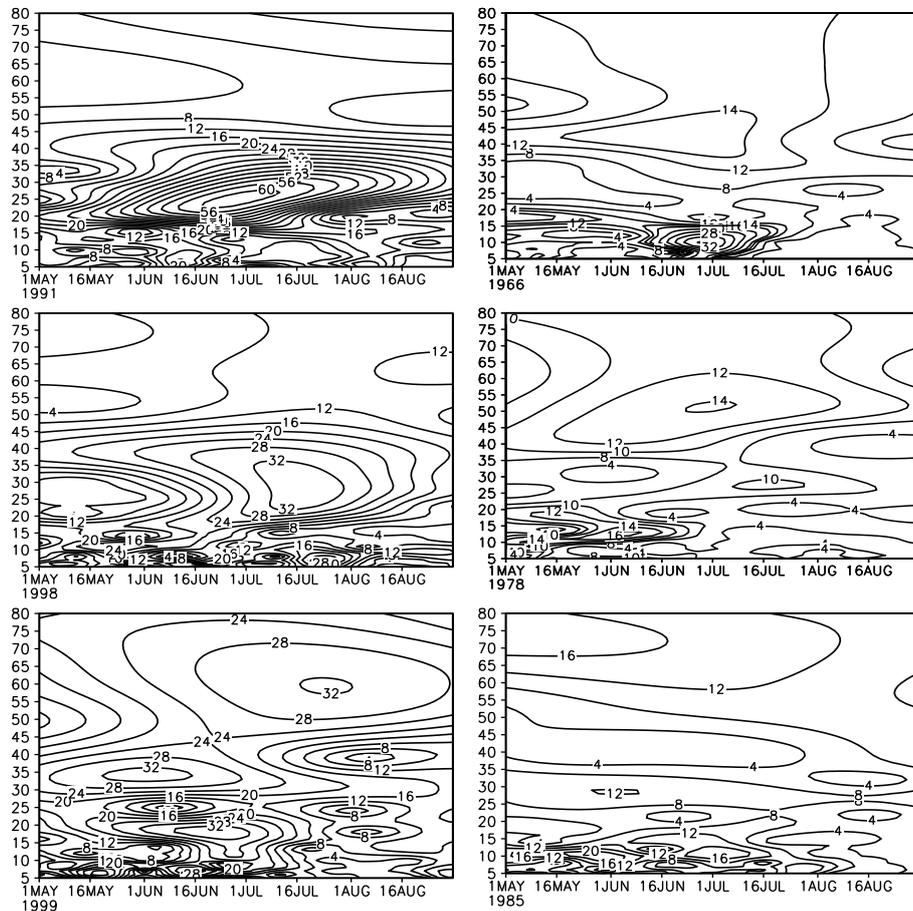


图 2 对应江淮流域涝年 (a) 和早年 (b), 平均日降水量的小波系数的时间—频率图 (纵坐标是以天为单位的周期, 横坐标是时间)

Fig.2 Time-frequency diagrams of the wavelet transform coefficients of the mean daily precipitation over the Jianghuai River Basin. (a) the severe flood years, (b) the severe drought years. The left ordinate is period in day

对应江淮流域夏季早年, 大气低频 (ISO) 环流与涝年基本相反 (图略). 850hPa 上在

长江以南为弱气旋性环流，中国北部到日本为弱反气旋性环流，长江流域低频气流为辐散，低频辐合气流出现在中国北部（40°N 附近）。200hPa 上青藏高原为反气旋性环流控制，我国东部 30°N 附近为明显低频气流辐合带。

因此，对应江淮流域夏季的旱和涝，大气季节内振荡的环流形势有极其显著差异。换句话说，江淮流域夏季旱涝与不同的大气 ISO 环流形势有密切的联系，大气季节内振荡的异常，引起夏季风的异常，从而导致我国东部降水分布的异常。这其中大气低频（ISO）辐合或辐散气流在江淮流域的出现可能起着重要的作用。

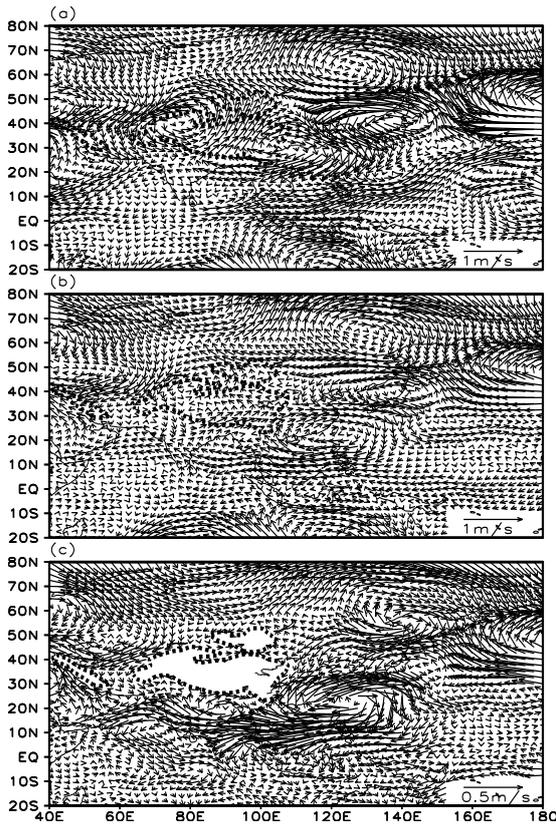


图3 江淮流域夏季涝年合成的大气季节内振荡风场形势。(a) 200hPa; (b) 500hPa; (c) 850hPa
Fig.3 Composites wind vectors of the ISO at 200hPa (a), 500hPa (b), and 850hPa (c) in summer for the severe flood years

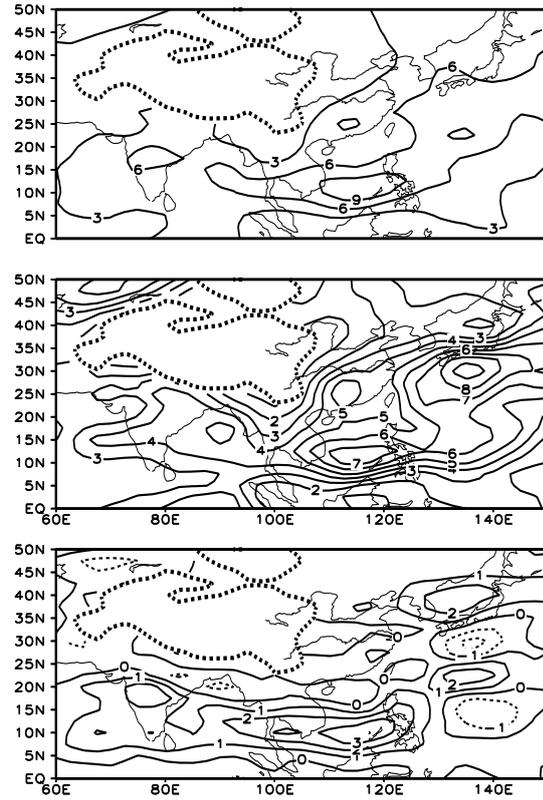


图4 对应江淮流域夏季涝年(上)和旱年(中)的850hPa大气ISO动能的分布,以及两者的差值场(下)
Fig.4 Distributions of the ISO kinetic energy at 850hPa in Summer corresponding to the flood years (above), the drought years (middle) and their difference (bottom), respectively

在另一个研究中我们已经指出，在强、弱夏季风年大气季节内振荡的活动有着明显的不同，强（弱）夏季风年在季风区有较强（弱）的大气季节内振荡^[12]。动能是描写大气系统活动的有效参数，因此我们分别计算了对应江淮流域旱涝年大气 ISO 动能的分布。图 4 给出的是 850hPa 上大气 ISO 动能在涝年、旱年的分布形势以及它们的差值场。十分明显，对应江淮流域涝年，在南亚和东亚地区有较强的大气 ISO，尤其是在 10°-20°N 纬带和长江流域到日本海一带。500 和 200hPa 上大气 ISO 的动能也是在江淮流域的涝年要强于旱年(图

略). 这些结果从另一个角度再次说明大气 ISO 对江淮流域夏季旱涝有重要影响.

3 向南和向北传播的大气 ISO 的交汇

上面我们已经指出, 低频气流在江淮流域的辐合对夏季那里的多雨有重要作用. 这里我们将讨论经向传播的大气季节内振荡的交汇情况同江淮流域夏季降水的关系. 作为个例的对比分析, 图 5 给出了多雨的 1998 年和少雨的 1961 年在 $107.5^{\circ}-120^{\circ}\text{E}$ 平均的 850hPa 大气 ISO 经向风的时间-纬度剖面, 由此可以看到大气 ISO 的经向传播情况. 图 5 清楚表明, 在多雨的 1998 年, 既有大气 ISO 从中高纬度向南传播, 也有大气 ISO 从低纬向北的传播; 而且南北传播的大气 ISO 基本上都在 30°N 附近地区交汇. 然而, 对于少雨的 1961 年, 从低纬向北传播的大气 ISO 仍是明显的, 但从中高纬度向南传播的大气 ISO 不是很清楚, 而且两支传播的大气 ISO 并不在 30°N 附近交汇.

类似的情况在 500hPa 上也可以清楚看到. 分析其它的涝年和旱年也都存在及其类似的形势 (图略). 这说明南北传播的大气 ISO (波列) 在 30°N 附近的交汇与否, 对于江淮流域夏季降水量有明显的影晌.

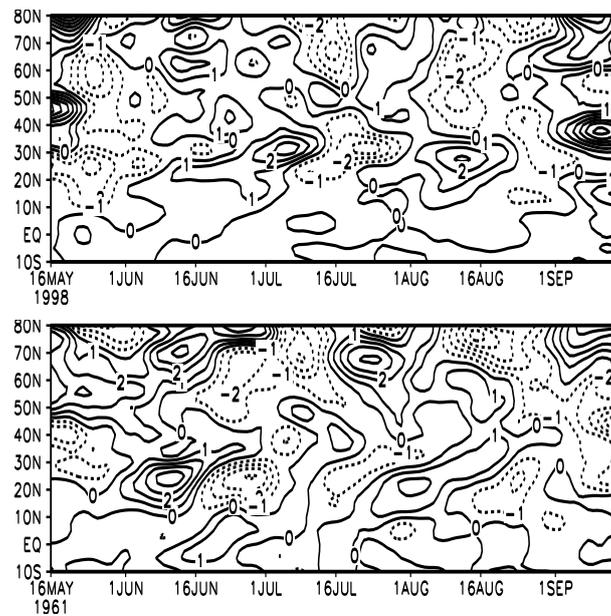


图 5 850hPa 上 $107.5^{\circ}-120^{\circ}\text{E}$ 平均大气 ISO 经向风的时间-纬度剖面 (a: 1998 年; b: 1961 年)

Fig.5 Time-latitude sections of meridional wind of the ISO at 850hPa averaged in $107.5^{\circ}-120^{\circ}\text{E}$ longitudes, respectively for 1998 (a) and 1961 (b)

4 结语

(1) 江淮流域的夏季降水有着明显的低频变化特征, 其主要谱峰在 30—60d 和 20d 左右; 在涝年这种低频振荡特征更显著.

(2) 江淮流域夏季降水的低频变化与江淮流域及附近地区大气环流的低频变化密切相关, 涝 (旱) 年的大气季节内振荡也比较强 (弱).

(3) 对应江淮流域夏季的涝年和旱年, 大气 ISO 的形势有近乎反相的特征; 尤其是在涝(旱)年, 江淮流域即附近地区 850hPa 有辐合(辐散)低频气流, 而在 200hPa 那里为辐散低频气流. 大气 ISO 的活动通过影响夏季风流场形势, 对江淮夏季降水有重要影响.

(4) 可以初步认为, 中高纬度向南传播的 ISO 与低纬度向北传播的 ISO 在 30°N 附近的交汇对产生江淮夏季多雨有重要作用.

参 考 文 献

- 1 Madden R D, P Julian. Detection of a 40-50 day oscillation in the zonal wind in the tropical pacific. *J Atmos Sci*, 1971, 28: 702-708
- 2 Murakami T, T Nakazawa, J He. On the 40-50 day oscillations during the 1979 Northern Hemisphere summer. part 1: Phase propagation. *J Meteor Soc Japan*, 1984, 62: 440-468
- 3 Knutson T R, K M Weickmann. 30-60 day atmospheric oscillation: Composite life cycles of convection and circulation anomalies. *Mon Wea Rev*. 1987, 115: 1407-1436
- 4 李崇银. 大气低频振荡. 北京: 气象出版社, 1991. 276
- 5 陈兴跃, 王会军, 曾庆存. 大气季节内振荡及其年际变化. 北京: 气象出版社, 2000. 176
- 6 Lau K M. Seasonal and interannual climatology of summer monsoon rainfall over East Asia. *Mon Wea Rev*, 1988, 116: 18-37
- 7 李崇银. 华北地区汛期降水的一个分析研究. 气象学报, 1992, 50: 41-49
- 8 Lu E, Y H Ding. Low frequency oscillation in East Asia during the 1991 excessively heavy rain Changjiang-Huaihe River basin. *Acta Meteorologica Sinica*, 1996, 54: 730-736
- 9 李桂龙, 李崇银. 江淮流域夏季旱涝与不同时间尺度大气扰动的关系. 大气科学, 1999, 23: 39-50
- 10 陶诗言, 张庆云, 张顺利. 1998 年长江流域洪涝灾害的气候背景和大尺度环流条件. 气候与环境研究, 1998, 3: 290-299
- 11 Li Chongyin, Li Guilong. Evolution of intraseasonal oscillation over the tropical western Pacific / South China Sea and its effect to the summer precipitation in Southern China. *Advances Atmos Sci*, 1997, 14: 246-254
- 12 Li Chongyin, Long Zhenxia, Zhang Qingyun. Strong/weak summer monsoon activity over the South China Sea and atmospheric intraseasonal oscillation. *Advances Atmos Sci*, 2001, 18: 1146-1160
- 13 Murakami T. Large-scale aspects of deep convective activity over the GATE area. *Mon Wea Rev*, 1979, 107: 994-1013
- 14 Sun A J, G L Tang. Low frequency oscillation characteristics of summer of 1983 and 1985. *Chinese Journal of Atmospheric Sciences*, 1994, 18: 576-585

Atmospheric Intraseasonal Oscillation and Summer Drought/Flood over the Yangtze -Huaihe River Basin

LI Chongyin & YANG Hui

(LASG, Institute of Atmospheric Physics, CAS, Beijing 100029, P.R.China)

Abstract

The low frequency feature of summer rainfall over the Jianghuai (Yangtze -Huaihe) Rivers Basin and the influence of atmospheric intraseasonal oscillation (ISO) are studied by using data analysis. The 20-70 day (30-60 day and near by 20 day) oscillation is a fundamental feature of summer rainfall in the Jianghuai Rivers basin, particularly in the flood years. The ISO has different patterns in summer for the severe flood years and the severe drought years over the Jianghuai Rivers Basin. At 200hPa over the Tibetan Plateau, there are such different circulation patterns of the ISO in the severe flood and drought years; a cyclonic circulation of the ISO locates over the Tibetan Plateau region in severe flood years but an anticyclonic circulation of the ISO locates over the Tibetan Plateau region in severe drought years. At 850hPa, an anticyclonic (cyclonic) circulation system of the ISO occurs over the areas to the south of the Yangtze River, the South China Sea and the Western Pacific regions and an ISO cyclonic (anticyclonic) circulation system over North China-Japan regions for severe flood (drought) years. The atmospheric ISO at 500hPa and 200hPa in the middle-high latitudes from Lake Baikal to the Sea of Okhotsk is strong (weak) for severe flood (drought) years. The ISO in the middle-high latitudes can propagate southwards and meets with the northward propagating ISO from the lower latitudes over the Jianghuai Rivers Basin in the severe flood years, but the southward propagation of the ISO is not clear in the severe drought years.

Keywords: Atmospheric intraseasonal oscillation (ISO), summer rainfall over the Jianghuai River Basin, the flood and drought