

近 116 年江淮梅雨异常及其环流特征分析

毛文书^{1,2} 王谦谦¹ 葛旭明² 景 艳³ 杜宜翠³ 曹艳艳^{1,4}

(1. 南京信息工程大学 大气科学系, 210044; 2. 四川省绵阳市气象局;
3. 四川省甘孜州气象局; 4. 浙江省宁波市气象局)

提 要: 利用江淮地区 1885—2000 年近 116a 梅雨特征量资料和 NCEP/NCAR 逐日再分析资料, 采用谐波分析、最大熵谱分析、小波分析、合成分析等方法讨论了江淮梅雨特征量的年际-年代际变化特征及梅雨异常的环流特征。结果表明: 江淮梅雨特征量存在显著的年际和年代际变化特征。入梅日期、出梅日期、梅雨期长度呈显著上升的长期变化趋势, 梅雨量和梅雨强度长期趋势变化不明显; 梅雨特征量均存在多时间尺度的振荡周期, 入梅日期具有准 24a、准 5a 和准 3a 的显著周期; 出梅日期具有准 35a、准 22a 和准 5a 的显著周期; 梅雨量具有准 40a、准 15a、准 9a 和准 3a 的显著周期。丰梅年南亚高压中心强度和西太平洋副热带高压增强。枯梅年则反之。

关键词: 梅雨 谐波分析 小波分析 南亚高压 西太平洋副热带高压

Analysis of Meiyu Characteristics and General Circulation Over the Changjiang-Huaihe River Valley in Recent 116 Years

Mao Wen-shu^{1,2} Wang Qian-qian¹ Guo Xu-ming²
Jing Yan³ Du Yi-cui³ Cao Yan-yan^{1,4}

(1. Department of Atmospheric Science, Nanjing University of Information Science and Technology, Nanjing 210044;
2. Mianyang Meteorological Office, Sichuan Province; 3. Ganzi Meteorological Office, Sichuan Province;
4. Ningbo Meteorological Office, Zhejiang Province)

资助项目: 国家自然科学基金重点课题“江淮梅雨的年际和年代际变化规律及其机制研究”(402330037) 和 973“我国南方致洪暴雨监测与预测的理论和研究方法研究”项目(2004CB418300) 共同资助。

收稿日期: 2005 年 10 月 26 日; 修定稿日期: 2006 年 3 月 16 日

Abstract: On the basis of the Meiyu characters and NCEP/NCAR reanalysis daily data from 1885 to 2000, The inter-annual and inter-decadal characteristics of Meiyu Characters were investigated in terms of harmonic analysis, maximum entropy spectrum analysis, wavelet analysis and composite analysis method and so on. The results show that there are prominent inter-annual and inter-decadal variations of Meiyu characters. The tendencies of onset, end and length of Meiyu are increasing with remarkable long-term evolutions, but no evident trend for precipitation and intensity of Meiyu. There are different time scale oscillations for Meiyu characters, such as quasi-24-year, quasi-5-year and quasi-3-year periodic oscillations for onset of Meiyu and quasi-35-year, quasi-22-year, quasi-5-year's for end of Meiyu and quasi-40-year, quasi-15-year, quasi-9-year, quasi-3-year's for precipitation of Meiyu. South Asia high and western Pacific subtropical high are stronger in rich Meiyu years than those in poor Meiyu years over the Changjiang-Huaihe region during the Meiyu period.

Key Words: Meiyu Harmonic Analysis wavelet Analysis South Asia high western Pacific subtropical high

引 言

我国江淮地区地势平坦, 人口稠密, 农业资源丰富, 工业经济发达, 有较完善的交通运输系统, 城市化水平高, 在全国具有重要的战略地位。一般每年 6 月中旬至 7 月上旬当东亚夏季风向北推进时, 在我国的江淮流域常会出现一段连阴雨天气, 雨量很大, 由于此时正值江南梅子黄熟季节, 故称“梅雨”^[1]。梅雨是我国江淮流域春末夏初过渡季节中的一种重要天气气候现象^[2], 每年入、出梅的迟早、梅雨期的长短、梅雨量的丰枯、梅雨量的强弱, 不但反映了该年从春到夏过渡期间亚洲上空大气环流季节变化与调整的各种演变特征, 而且直接影响到江淮地区的旱涝。叶笃正、黄荣辉^[3]研究表明, 全国涝灾主要集中在江淮地区, 其中 6—7 月的旱涝, 大部分是由梅雨异常引起的, 因此梅雨一直是我国气象学者研究的重要课题。早在 20 世纪 70 年代末、80 年代初, 我国气象工作者就有关梅雨的问题进行过充分讨论, 但最终并未达成共识^[4-7]。刘勇

等^[8]讨论了安徽梅雨的年际变化特征; 姚学祥等^[9]对非典型梅雨和典型梅雨进行了对比分析; 毛文书^[10]等讨论了近 50a 江淮梅雨期暴雨的区域特征。但以往的分析资料大多较短且只有几十年, 对梅雨的研究大多以 6—7 月降水总量代表梅雨期降水, 这其实和梅雨期梅雨量是有区别的。本文运用近 116a 长年代梅雨特征量资料, 采用谐波分析、Morlet 小波分析、最大熵谱分析和合成分析等诊断方法, 对江淮梅雨特征量年际-年代际变化及环流异常特征进行了较为详细的讨论, 为进一步研究梅雨的发生发展规律, 更好地做好梅雨期梅雨预报服务工作提供了思路。

1 资 料

(1) 江苏省气象局整编的 1885—2000 年近 116a 江淮梅雨入梅日期、出梅日期、梅雨期长度、梅雨量和梅雨强度 5 个特征量资料。其中梅雨量是用各年梅雨量分别与多年平均梅雨量的比值乘以 100 的百分数表示的。梅雨强度用公式表示为: 梅雨强度 = 梅

雨总量 $\times$ (梅雨总日数/梅雨期长度)。

(2) 美国 NCEP/NCAR 再分析资料中 1948—2000 年逐日风场和高度场资料, 网格距 $2.5^{\circ}\times 2.5^{\circ}$ 。

2 梅雨特征量的年际和年代际尺度分离

使用谐波分析方法对梅雨特征量时间序

列进行年际和年代际尺度分离, 利用线性倾向估计计算梅雨特征量的长期演变趋势。图 1 给出入梅日期 (a)、出梅日期 (b)、梅雨期长度 (c)、梅雨量 (d) 和梅雨强度 (e) 5 个梅雨特征量年际尺度分量、年代际尺度分量及线性趋势时间演变曲线。

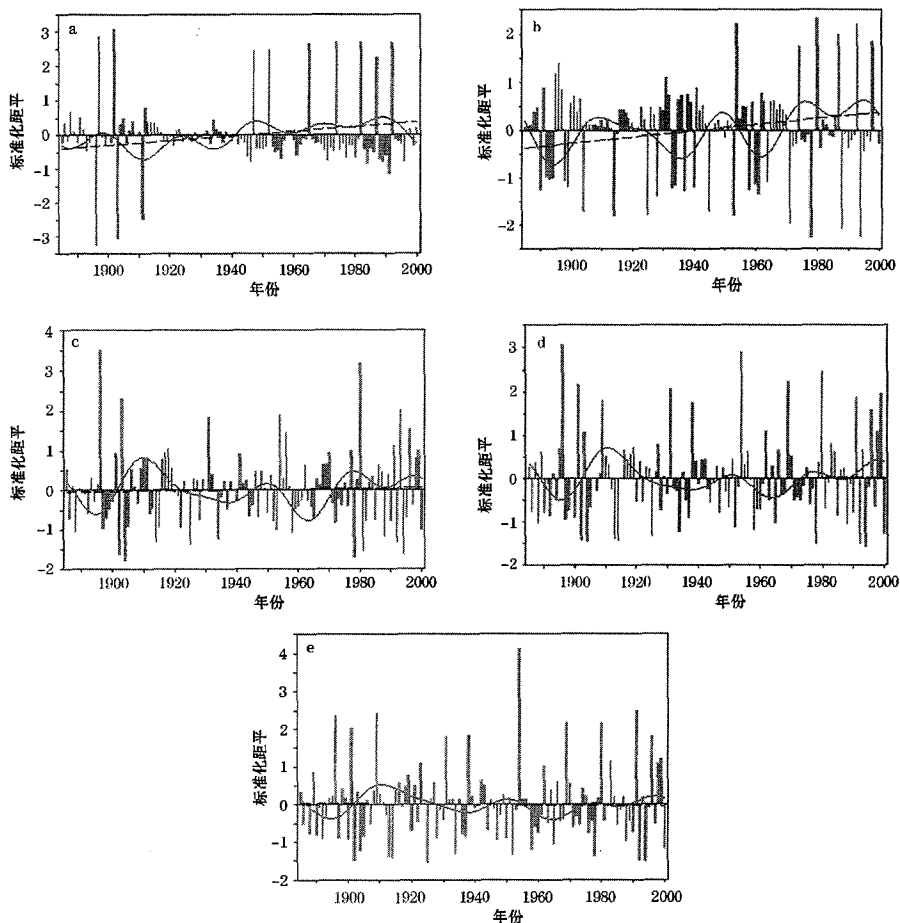


图 1 江淮梅雨特征量年际尺度分量(柱线)、年代际尺度分量(实线)和线性拟合线(虚线)

(a) 入梅日期; (b) 出梅日期; (c) 梅雨期长度; (d) 梅雨量; (e) 梅雨强度

由图 1 可知: 各梅雨特征量的年际分量、年代际分量及长期演变趋势均存在显著

不同的差异。线性倾向直线表明: 近 116a 入梅日期、出梅日期、梅雨期长度均存在显

著的上升趋势,而梅雨量和梅雨强度的长期趋势变化则不明显。

若将梅雨量超过1.0倍标准差作为梅雨异常多(丰梅年)的标准,低于-1.0倍标准差作为梅雨异常少(枯梅年)的标准,由年际分量时间演变曲线可见:在近116a中丰梅年有16a,它们分别是1896、1901、1903、1909、1910、1911、1916、1931、1938、1954、1969、1980、1991、1996、1998、1999年;枯梅年有18a,它们分别是1892、1897、1898、1900、1902、1904、1925、1934、1937、1952、1958、1959、1960、1965、1978、1988、1992、1994年。在丰梅年16a中有11a是入梅偏早、出梅偏晚,其余5a是正常入梅但出梅时间偏晚。而在枯梅年16a中有10a是入梅晚、出梅早,有6a是入梅偏早,出梅偏早。可见,梅雨量的异常主要与入梅时间、出梅时间和梅雨期长度有关,它们对梅雨量的丰枯起着重要作用。

从年代际分量曲线可知:梅雨特征量呈现出十分显著不同的年代际变化,从较长时间尺度来看,入梅时间的年代际变化(图1a)大致以1940年为界划分为两个明显的阶段,即1885—1940年入梅时间偏早,1940年以后至今入梅时间偏晚,在入梅偏早和偏晚两个时段中均存在相对短时间尺度的波动。出梅时间的年代际变化(图1b)表明1885—1905,1923—1944,1954—1969年出梅日期偏晚,而1906—1922,1945—1955,1970—2000年出梅时间偏早。梅雨期长度的年代际变化(图1c)与出梅日期的年代际变化趋势在强度上虽然存在差异但总体相似,梅雨期长度与出梅日期比与入梅日期的变化趋势更接近。其中1885—1903、1922—1944、1955—1971年梅雨期较短,1904—1921、1945—1954、1972—2000年梅雨期较长。而梅雨量(图1d)和

梅雨强度(图1e)的年代际变化趋势与梅雨长度的变化趋势基本相似。谐波分析的结果还表明,梅雨特征量具有显著不同的年际和年代际方差构成,梅雨强度的年际尺度分量的方差贡献最为显著为94.52%,梅雨期长度的年代际尺度分量的方差贡献最显著为19.19%。通过计算各梅雨特征量年代际变化之间的相关系数表明:入梅日期和出梅日期的年代际变化分别与梅雨期长度、梅雨量和梅雨强度的年代际变化之间存在明显的负相关和正相关,出梅日期、梅雨期长度、梅雨量、梅雨强度的年代际变化之间关系十分密切,相关系数达0.63~0.94,通过0.01的Monte-Carlo显著性检验,说明入梅早、出梅迟,梅雨期长度长,则一般梅雨量大、梅雨强度高,反之亦然。

3 梅雨特征量的周期特征

最大熵谱分析比通常谱分析分辨率高,峰值偏离小,更符合实际的谱特征。首先对各梅雨特征量进行最大熵谱分析(图略),其分析结果表明梅雨特征量年际变化具有显著不同的多尺度周期变化特征,其中入梅日期具有4.83a和2.47a的显著周期变化;出梅日期具有5.80a和2.90a显著周期变化;梅雨期长度具有2.90a的显著周期变化;梅雨量的显著周期是8.92a和2.64a,梅雨强度的显著周期是7.73a和2.64a。

基于Fourier变换的最大熵谱分析对时域具有分辨率,但对频域没有分辨率,因此不能反映频域的时间变化特征,而小波分析将信号在时域和频域两个方向上同时展开,因而可以较好地克服最大熵谱的缺点。进一步对近116a梅雨特征量标准化距平时间序列运用Morlet小波分析,由Morlet小波系数实部的时频部分(图2)和小波能量图(略)可知:梅雨特征量存在显著不同的多

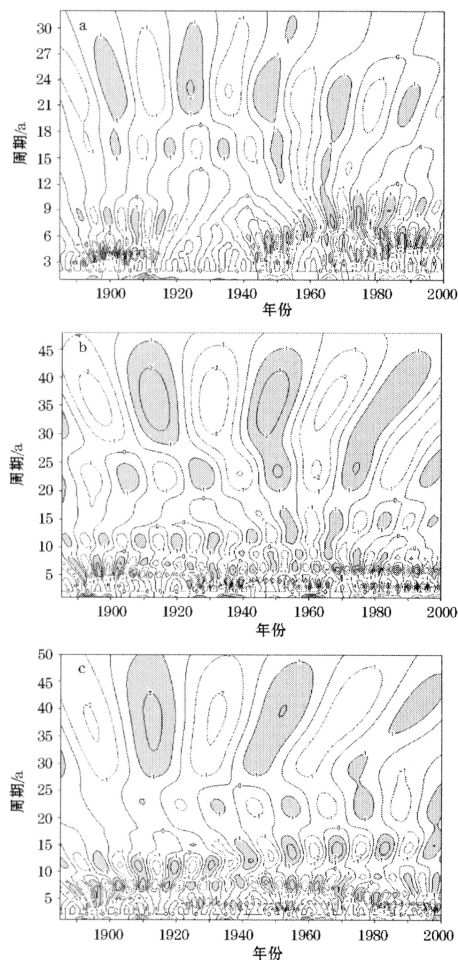


图 2 江淮梅雨特征量标准化距平的 Morlet 小波变换系数实部的时频分布

a. 入梅日期; b. 出梅日期; c. 梅雨量

时间尺度振荡周期。入梅日期(图 2a)存在准 24a、准 5a 和准 3a 的显著周期,其中准 24 a 的显著周期在 1885—1987 年稳定且显著,准 3a 周期在 1890—1915 年较显著,准 5a 周期在 1940—2000 年较显著,准 5a 和准 3a 周期与入梅日期的最大熵谱分析结果相一致。出梅日期(图 2b)具有准 35a、准 22a 和准 5a 的显著主周期且近 116a 较稳定,1890—1988 年还存在准 10a 周期。梅

雨期长度(图略)的周期特征与出梅日期的同期振荡特征基本相似。梅雨量(图 2c)在 1885—1994 年存在准 40a 的显著周期且比较稳定,此外还存在准 15a、准 9a 和准 3a 的显著周期,准 15a 周期在 1938—2000 年较显著,准 9a 振荡周期在 1885—1940 年较显著,准 3a 周期在 1885—1930 年较显著。准 9a 和准 3a 振荡周期分别与梅雨量最大熵谱分析的结果相一致。梅雨强度(图略)的振荡周期与梅雨量的振荡周期基本相似。

4 梅雨异常的环流特征

4.1 梅雨异常与南亚高压的关系

南亚高压是夏季位于亚洲南部对流层上层和平流层低层的一个强大而稳定的大气活动中心,是大气高层副热带高压系统中的一个重要成员。Mason 等^[1]最早根据国际地球物理年资料分析指出,除极涡外,南亚高压是北半球 100hPa 等压面上最强大、最稳定的环流系统,它与夏季北半球大气环流和亚洲天气气候关系密切。为研究南亚高压对江淮梅雨异常的影响,分别对丰、枯梅年 100hPa 位势高度场进行合成分析,由(图 3)可见,梅雨期南亚高压主体位于伊朗高原和青藏高原,但丰梅年南亚高压中心位置比枯梅年明显偏东。丰梅年南亚高压中心强度比枯梅年偏强,丰梅年南亚高压 16800gpm 线所围面积比枯梅年明显偏大,丰梅年东伸脊点明显偏东,超过 110°E,西伸脊点明显偏西,达 40°E。由以上分析可见:南亚高压具有明显的东西振荡特征,丰梅年南亚高压中心强度偏强,南亚高压面积偏大,江淮梅雨期梅雨量增多,枯梅年则反之。

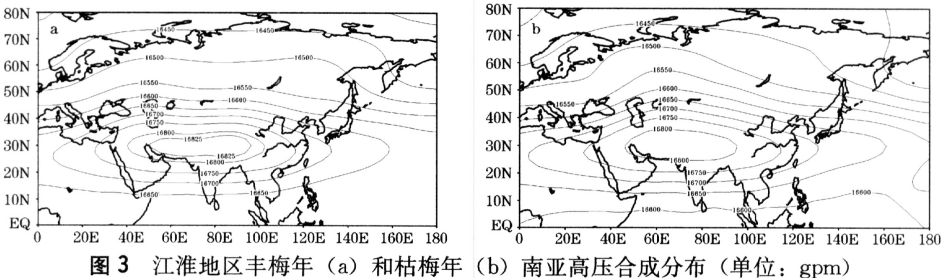


图 3 江淮地区丰梅年 (a) 和枯梅年 (b) 南亚高压合成分布 (单位: gpm)

4.2 梅雨异常 500hPa 环流特征

由于江淮地区梅雨异常是该地区大气环流异常的直接结果, 分别对丰、枯梅年 500hPa 风场距平 (图 4) 和位势高度场距平进行合成分析 (图略)。由流场距平图可见: 丰梅年中高纬度在乌拉尔山西侧为气旋性距平环流, 巴尔喀什湖至贝加尔湖以南的蒙古高原、贝加尔湖以东至鄂霍茨克海、日本岛以东至堪察加半岛以南的北太平洋为反气旋性距平环流。中低纬在青藏高原的北侧西风急流减弱, 东风急流加强, 南支急流消失。印度半岛以南的阿拉伯海至孟加拉湾一带为气旋性距平环流。枯梅年 500hPa 距平环流与丰梅年几乎呈反位相变化。由丰、枯梅年 500hPa 位势高度距平差值 t 检验场 (图 4c) 可以清楚地看出其差异性显著的区域 (阴影区通过 0.05 显著性检验): 丰梅年乌拉尔山高压脊加强、贝加尔湖以东鄂霍茨克海阻塞高压加强, 印度次大陆季风槽加深, 西太平洋副热带高压强度加强, 副高脊线稳定在 $22\sim 25^{\circ}\text{N}$ 左右, 这种环流形势有利于来自西伯利亚的北方冷空气南下与来自阿拉伯海、孟加拉湾、南海和副热带高压西部边缘的暖湿气流在我国江淮上空交绥, 形成江淮地区梅雨异常偏多。枯梅年则反之。

5 小 结

(1) 江淮梅雨特征量存在显著不同的年

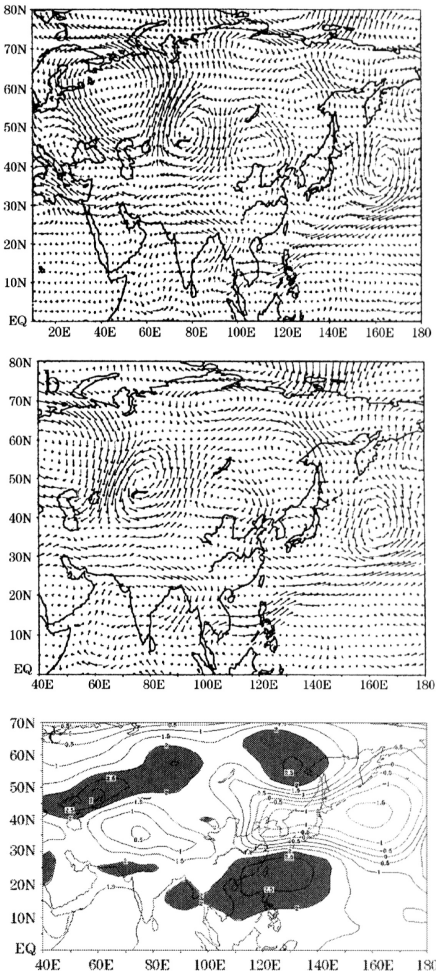


图 4 江淮地区丰、枯梅年 500hPa 风场距平合成 (单位: $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$) 和 500hPa 位势高度距平差值 t 检验结果分布

- a. 丰梅年风场距平; b. 枯梅年风场距平;
 - c. 丰枯梅年位势高度距平差值 t 分布
- 阴影区通过 0.05 显著性检验

际-年代际变化特征,梅雨特征量具有显著不同的年际和年代际方差构成,梅雨强度的年际尺度分量方差贡献最为显著为 94.52%,梅雨期长度的年代际尺度分量方差贡献最显著为 19.19%。入梅日期、出梅日期、梅雨期长度呈显著上升的长期变化趋势,梅雨量和梅雨强度长期趋势变化不明显。

(2) 梅雨特征量均存在显著不同的多时间尺度振荡周期,入梅日期存在准 24a、准 5a 和准 3a 的显著周期;出梅日期具有准 35a、准 22a 和准 5a 的显著周期;梅雨量存在准 40a、15a、准 9a 和准 3a 的显著周期。

(3) 南亚高压、副热带高压异常直接影响到梅雨量的丰枯。丰梅年南亚高压中心强度增强,东西振荡面积增大,乌拉尔山高压脊增强,印度次大陆季风槽加深,青藏高原南支急流消失,北支西风急流减弱、东风急流加强,西太平洋副热带高压强度加强。而枯梅年则反之。

参考文献

- 1 朱乾根,林锦瑞,寿绍文等. 天气学原理和方法 [M]. 北京:气象出版社,2000:350.
- 2 周曾奎. 江淮梅雨 [M]. 北京:气象出版社,1996:3.
- 3 潘耀仁. 也谈谈梅雨 [J]. 气象,1981,7(2):11.
- 4 张玉瑾,郑耀文. 梅雨季节和梅雨期 [J]. 气象,1981,7(2):11.
- 5 林春育. 关于梅雨问题讨论中的几个问题 [J]. 气象,1981,7(7):12-14.
- 6 郭文扬. 梅雨讨论的几个问题 [J]. 气象,1980,6(12):14.
- 7 叶笃正,黄荣辉. 长江黄河流域旱涝规律和成因研究 [M]. 济南:山东科学技术出版社,1996:387.
- 8 刘勇,徐敏,朱红芳等. 安徽梅雨年际变化特征研究 [J]. 气象科学,2004,24(4):488-494.
- 9 姚学祥,王秀文,李月安. 非典型梅雨与典型梅雨对比分析 [J]. 气象,2004,30(11):38-42.
- 10 毛文书,王谦谦,王永忠等. 近 50a 江淮梅雨期暴雨的区域特征 [J]. 南京气象学院学报,2006,29(1):33-40.
- 11 Mason R B, C E Anderson. The development and decay of the 100mb summertime anticyclone over South-eastern Asia [J]. Mon. Wea. Rev, 1958, 91: 3-12.