

长江中下游降水异常特征及其与 全国降水 and 气温异常的关系

王叶红 王谦谦 赵玉春

(南京气象学院大气科学系, 南京 210044)

摘要: 利用 1951~1998 年中国 160 站逐月降水和气温资料, 分析了长江中下游降水异常的基本特征, 并着重分析了它与全国其他地区降水和气温异常的关系。结果表明: 长江中下游降水异常有明显的季节、年际和年代际变化特征, 6~7 月降水异常程度大、频数多, 以 7 月为最; 在近 48 年中, 该地区的降水异常表现为 3 个明显不同的气候时段, 可选出 10 个涝年和 8 个旱年。旱、涝年降水异常合成分析的 EOF 分解指出, 旱涝年时全国降水异常具有不同的时空分布特征, 用同样的方法还研究了旱、涝年时全国气温异常在前期和后期的不同特点。

关键词: 长江中下游; 降水异常; 气温异常; 时空分布

中图分类号: P461

文献标识码: A

众所周知, 中国各地降水与夏季风活动有密切关系^[1]。长江中下游位于东亚季风盛行区, 是冬、夏季风进退活动的必经之地。因此, 该区是一个旱涝灾害频发的地区。许多研究表明^[2~5], 全国涝灾主要集中在长江中下游。因此, 该区旱涝灾害造成的经济损失是巨大的。1998 年夏季长江流域出现全流域的特大洪水, 造成了极其巨大的经济损失^[6]。因此, 加强对长江中下游旱涝的研究, 提高旱涝气候预报的水平, 积极防御和减轻旱涝所带来的损失, 无疑是我国政府和国民经济部门的迫切要求, 也是一个非常有意义的课题。本文利用 1951~1998 年中国 160 站逐月降水和气温资料对长江中下游降水异常特征及其与全国降水和气温异常的关系做了进一步的研究。

为研究方便, 选取长江中下游 12 个站(南京、合肥、上海、杭州、安庆、屯溪、九江、武汉、钟祥、岳阳、宜昌、常德)代表长江中下游地区。

1 长江中下游降水异常的季节变化及其与全国降水异常的关系

众所周知, 长江中下游具有明显的多雨期(4~9 月)和少雨期(10~次年 3 月), 且 6~7 月降水量最多, 降水的极大值出现在 6 月。但降水异常的季节变化特征如何? 为了了解这一特征, 给出了降水月距平场的季节-年际变化。由图 1 可以发现, 降水异常有较大的年际变化; 降水异

常具有明显的季节差异,6~8 月份降水异常最大,但以 7 月为最,5 月和 10 月次之。由此可见,长江中下游 6~7 月份降水不仅为全年最多时期,也是发生异常最频繁的月份,特别是 7 月。从图中还可看出,降水距平为正时的振幅大,降水距平为负时的振幅相对较小。这说明降水偏多时的异常程度要大于降水偏少时的。

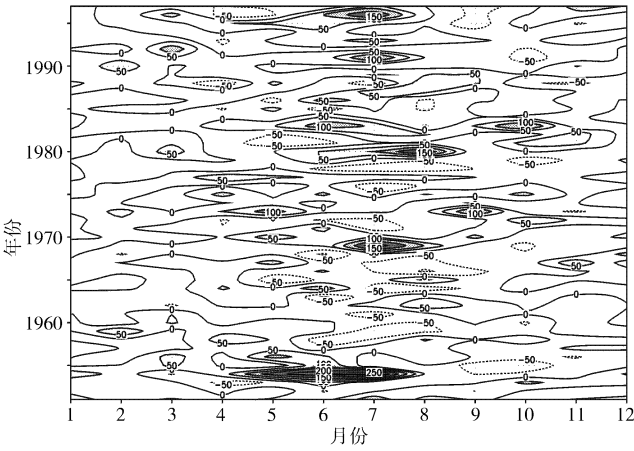


图 1 长江中下游逐月降水量距平场的季节-年际变化图
(实线阴影区为等值线大于 50 mm; 虚线阴影区为等值线小于 -50 mm)

Fig. 1 Monthly precipitation anomaly distribution as a function of season and year over the middle-lower reaches of the Yangtze River
(Shaded areas for the absolute values of isoline over 50 mm)

那么,6~7 月长江中下游降水异常时,全国其他地区降水分布又有怎样的特征呢? 由图 2 可见,长江中下游 6~7 月降水异常程度在全国最大,且常出现江南地区与黄河流域降水异常反位相分布(占总方差的 9.9 %); 另外,也易出现长江黄河之间与其南、北两侧呈反位相分布的特征(占总方差的 9.1 %)。这两种空间分布的解释方差只占总方差的 19 %,可见,长江中下游降水异常分布有很大的年际差异。

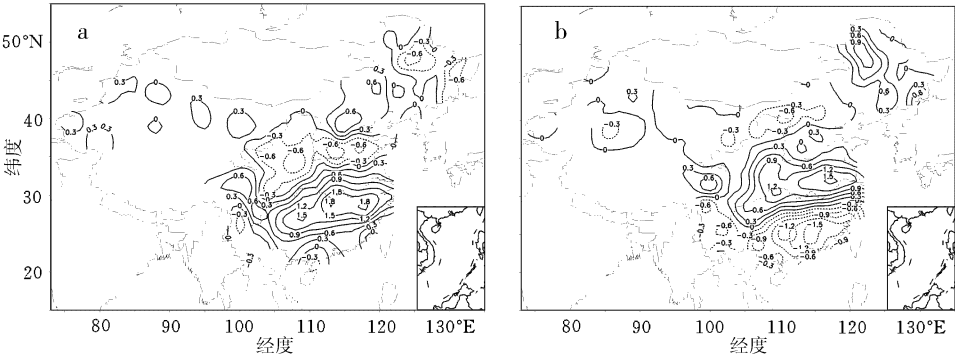


图 2 6~7 月标准化降水距平百分率 EOF 分解前两个特征向量场
a. 第一特征向量; b. 第二特征向量

Fig. 2 The first(a) and the second(b) eigenvector of the EOF for June to July precipitation anomaly percentage

2 长江中下游降水异常的年际和年代际变化特征

鉴于 6~7 月份降水距平的振幅最大, 即最易出现洪涝灾害。因此, 我们根据长江中下游 6~7 月的降水距平百分率来定义旱、涝年。定义降水距平百分率在 -25% ~ -50% 之间为旱, 小于 -50% 的为大旱; 在 25% ~ 50% 之间为涝, 大于 50% 的为大涝。由此可确定 1958、1961、1963、1967、1968、1972、1978、1988 年共 8 年为旱年; 1954、1969、1980、1983、1986、1991、1993、1995、1996、1998 年共 10 年为涝年, 其中 1954、1969、1983、1991、1996、1998 年为大涝年。由图 3 可见, 长江中下游降水有如下特征:

(1) 50 年代末到 60 年代末期, 降水量明显偏少, 连续 11 年出现降水负距平或零距平, 8 个旱年中有 5 个旱年出现在这一阶段。因此, 50 年代末至 60 年代末为长江中下游明显的干旱期; 降雨量自 80 年代以后有增加的趋势, 10 个涝年中有 8 个涝年出现在 80 年代至今。近 48 年来长江中下游出现涝年的次数多于旱年, 其分布有明显的年代际差异, 旱年多集中在 60 年代, 涝年多集中在 80 年代至今。

(2) 48 年来长江中下游大涝十分突出, 10 个涝年中有 6 个大涝年, 各大涝年之间的间隔分别为 16、15、9、6、3 年, 平均 10 年即出现一次, 而且近年来出现的频率显著变大。

(3) 从年代际的变化来看, 近 48 年来长江中下游降水存在 3 个明显的气候段: 50 年代为多雨, 60~70 年代为干旱期, 80~90 年代为多雨期。与全国的年代际变化不同^[2], 反映出中国降水变化的区域特征。

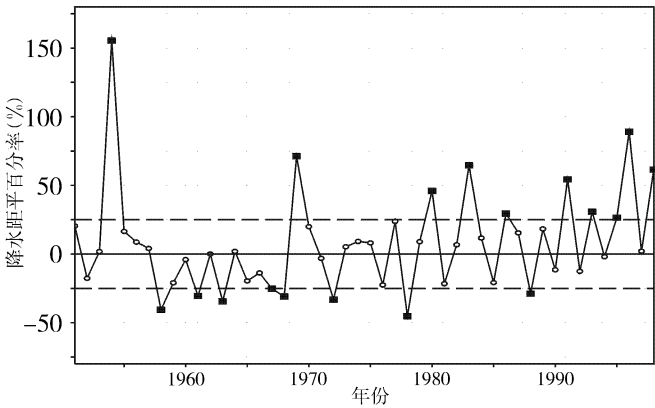


图 3 长江中下游 6~7 月降水距平百分率的年际变化曲线
(图中实心方框为所选旱、涝年, 气候平均取 1961~1990 年平均)

Fig. 3 The interannual variation of June to July precipitation anomaly percentage over the middle-lower reaches of the Yangtze River
(The dark rectangles represent the selected flood or drought years)

3 长江中下游旱涝年时全国降水异常的时空分布特征

3.1 长江中下游涝年时全国降水异常的时空分布特征

为分析长江中下游旱、涝年时全国降水异常在全年各月的主要分布特征, 将上面选取的旱、涝年分别从 1~12 月进行合成分析, 对合成后的降水月距平场进行 EOF 分解。

由涝年第一特征向量场(占总方差的 57.2%, 图 4a)可见, 除华北及西南小部分地区为较小的负值外, 全国其他各地均为正值, 最大正值区位于长江中下游。结合相应的时间系数(图

4b) 可见: 长江中下游涝年, 降水偏多主要集中在夏季, 特别是 6~7 月; 此外, 降水在 1 月也稍偏多, 在 9 月则稍偏少; 其他各月降水接近常年。同样也可以看到: 6 月虽是长江中下游降水最多的月份, 但涝年 7 月份降水偏多的程度远比 6 月份大得多。

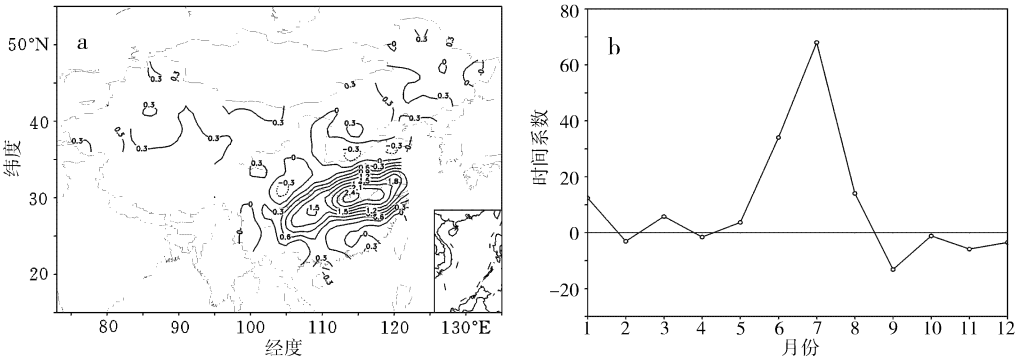


图 4 长江中下游涝年合成后的 1~12 月降水量月距平场 EOF 分解
a. 第一特征向量; b. 第一特征向量对应的时间系数

Fig. 4 The first eigenvector (a) and its time coefficient (b) of EOF
of the composite precipitation anomalies in the flood years from Jan. to Dec.

由第二特征向量场(解释方差为 12.6 %, 图略) 可见: 西南地区与全国其他地区降水异常呈反位相分布, 江南、华南沿海及云南北部为大值区。结合相应的时间系数(图略) 可见: 在该分布型中, 全年降水异常集中发生在夏季, 6 月西南地区降水偏少, 而长江中下游和全国其他地区降水偏多; 7~9 月与 4~6 月情形正好相反, 且 6 月和 8 月降水异常程度最大。

这两种空间分布共占总方差的 70 %, 结合其时间系数可见, 当长江中下游涝年时, 全国绝大部分地区与长江流域有同位相的降水异常。长江中下游的异常程度较大, 而华北和西南要弱得多, 从时间分布来看, 主要集中在 6~8 月, 以 7 月为最。另外, 也会出现西南地区与长江中下游呈反位相分布的空间型, 这时, 长江下游降水偏多主要发生在 6 月, 7、8 月反而偏少。

3. 2 长江中下游旱年时全国降水异常时空分布特征

由第一特征向量场(解释方差为 35.8 %, 见图 5a) 可见, 全国大部分地区为同位相分布, 最大值位于长江中下游。结合对应的时间系数(图 5b) 可见, 全年有 10 个月的系数为负或接近负, 6 月为负极大值, 7 月次之, 而全年只有 3 个月的系数为正, 且正值远比负值小。因此, 在此分布型下, 长江中下游偏旱时, 全国大范围、全年大多数月份降水皆偏少。

由第二特征向量(解释方差为 21.3 %, 图略) 可见, 全国不再一致地为同位相分布, 最大负值区位于华南沿海, 华北地区为次负大值区, 长江下游及上游为较小的正值区。由相应时间系数(图略) 可见, 7~8 月系数为负, 且振幅较大, 8 月为负极大值; 4~6 月系数为正, 振幅相对也较大, 5 月为正极值; 其他各月振幅接近零。这表明长江中下游旱年时, 7~8 月偏旱, 尤以 8 月为最; 4~6 月偏涝, 但程度并不大; 其他各月降水接近常年。值得注意的是: 6、7 月降水距平呈反相分布, 长江中下游在 6 月多雨, 7 月少雨。但是 8 月份降水偏少现象特别显著, 所以该种分布型下 8 月份的旱情反而是最严重的。

综合这两种空间分布型和相应的时间系数, 可知长江中下游旱年时, 全国及全年降水异常分布具有如下特点: (1) 全国容易出现大范围干旱情况, 也会出现长江中下游偏旱, 而其南、北偏涝的情况; (2) 易出现全年大多数月份降水偏少(其中有 10 个月降水偏少), 但干旱主要在 6~7 月, 也会出现 7~8 月偏旱, 4~6 月、10 月反而偏涝的情况; (3) 其中 6~7 月最易出现全国

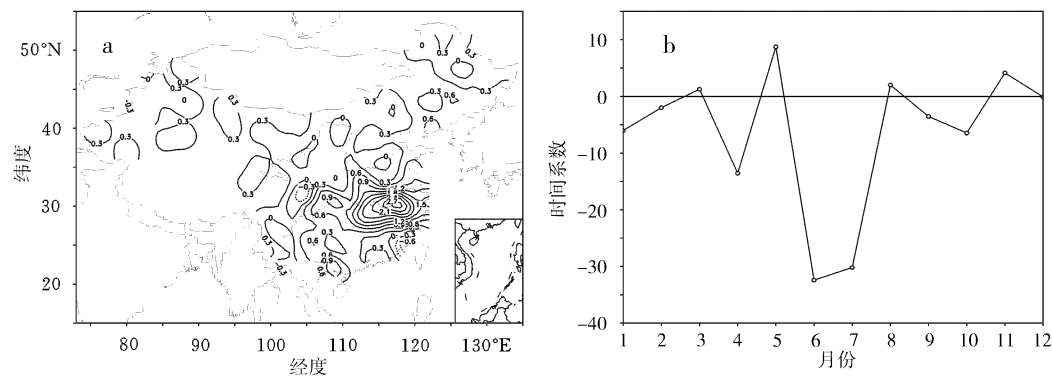


图 5 长江中下游旱年合成后的 1~12 月降水量月距平场 EOF 分解
a. 第一特征向量; b. 第一特征向量对应的时间系数

Fig. 5 The first eigenvector (a) and its time coefficient (b) of EOF of the composite precipitation anomalies in the drought years from Jan. to Dec.

大范围的旱情, 8 月则会出现长江中下游略偏旱, 而华南与华北却为严重洪涝的分布特点。

4 长江中下游旱涝年时全国气温异常的时空分布特征

将长江中下游涝旱年前年 12 月至次年 5 月共 18 个月的气温距平场合成, 然后进行 EOF 分解, 以了解该地区旱涝年全国气温异常在降水异常前期和后期的特点。

4.1 长江中下游涝年时全国气温异常的时空分布特征

由涝年第一特征向量(占总方差的 47.0 % , 图 6a) 可见, 全国气温异常具有同位相分布特征, 最大值区位于河套地区、东北以及黄河中下游至长江中游之间。说明涝年的前、后期气温距平具有全国同位相变化的特点。由相应的时间系数(图 6b) 可见, 长江中下游涝年时, 前冬气温偏高, 前春及夏季气温较常年偏低; 后期除 12 月、3 月气温偏低外, 其余月份均偏暖。这意味

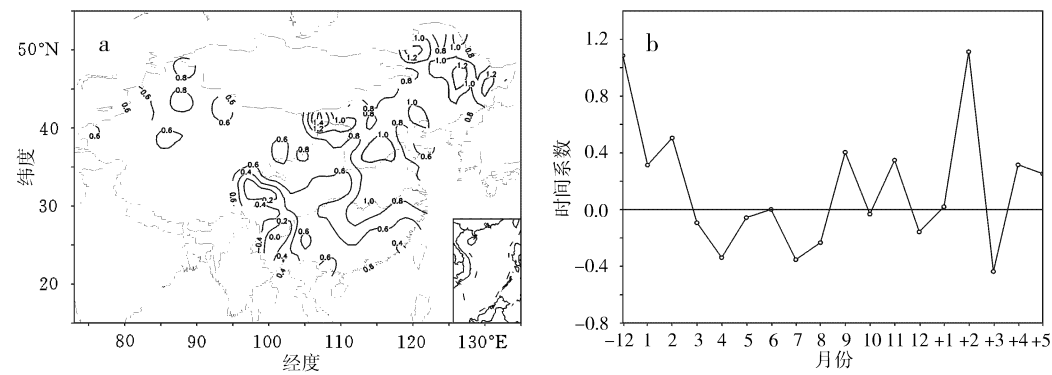


图 6 长江中下游涝年合成后的前后 18 个月的气温月距平场 EOF 分解
a. 第一特征向量; b. 第一特征向量的时间系数
(阴影为等值线大于 0.9 的区域)

Fig. 6 The first eigenvector (a) and its time coefficient (b) of EOF of the composite temperature anomalies in the flood years from prior Dec. to following May
(Shaded areas for the isoline over 0.9)

着涝年并不预示冷冬。相反, 前期暖冬和冷春却与长江中下游的涝年相对应。1998 年暖冬和

1999 年长江中下游的丰梅恰好验证这一对应关系。

4.2 长江中下游早年时全国气温异常的时空分布特征

由第一特征向量场(占总方差的 53.5 %, 图 7a) 可见, 全国气温具有一致偏暖(冷) 的分布特征, 最大值位于内蒙古和江南地区, 长江中下游的值次之。由其时间系数(图 7b) 可见, 长江中下游早年时, 前冬气温偏低, 前春及夏季气温偏高; 后期除 10 月, 次年 2 月及 5 月气温偏低外, 其余月份皆偏高。

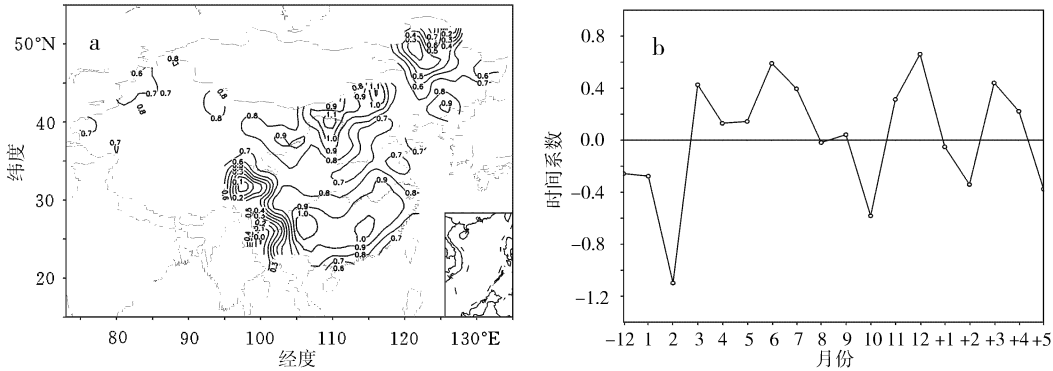


图 7 长江中下游早年合成后的前后 18 个月的气温月距平场 EOF 分解

a. 第一特征向量; b. 第一特征向量的时间系数

(阴影为等值线大于 0.9 的区域)

Fig. 7 The first eigenvector(a) and its time coefficient(b) of EOF of the composite temperature anomalies in the drought years from prior Dec. to following May

(Shaded areas for the isoline over 0.9)

综上所述, 长江中下游旱、涝年全国前期气温具有如下特点: (1) 涝年时全国范围前冬偏暖, 前春、夏季均偏冷; (2) 早年时全国范围前冬偏冷, 前春、夏季均偏暖。

因此, 前冬、前春气温与长江中下游后期 6~7 月降水有较好的对应关系。而降水与后期气温的对应关系不如前期。当然, 要作为一个预报指标, 还应作更多的普查工作, 特别是要进一步研究其影响的机理。

5 结 论

(1) 长江中下游降水的异常具有明显的季节差异, 6~7 月份降水异常程度大、频次多, 其中以 7 月为最, 且它常与其南、北两侧呈反位相分布。

(2) 长江中下游降水异常有明显的年际和年代际差异, 在近 48 年存在三个明显的气候段: 50 年代为多雨期, 60~70 年代为少雨期, 80~90 年代为多雨期。50 年代末从多雨转为少雨, 70 年代末从少雨转为多雨。按其年际差异的不同, 在 48 年中有 10 年涝年(其中 6 年为大涝), 8 年旱年。

(3) 长江中下游为涝年时, 除华北和西南小部分地区外, 全国大范围降水偏多, 且主要集中在夏季; 早年时, 会出现大范围、长时间的旱情, 而 8 月份则会出现长江流域较小程度偏旱, 而华南、华北却为严重洪涝。

(4) 前冬、前春气温与长江中下游后期 6~7 月降水有较好的对应关系, 前冬偏暖(冷)、前春偏冷(暖), 长江中下游 6~7 月偏涝(旱)。而长江中下游降水与后期气温的对应关系不好。

参考文献:

- [1] 陈隆勋, 朱乾根, 何金海, 等. 东亚季风[M]. 北京: 气象出版社, 1991. 183 ~ 191
- [2] 叶笃正, 黄荣辉著. 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. 1 ~ 53
- [3] 邓爱军, 陶诗言, 陈烈庭, 等. 我国汛期降水的 EOF 分析[J]. 大气科学, 1989, 13(3): 289 ~ 295
- [4] 朱乾根, 陈晓光. 我国降水自然区域的客观划分[J]. 南京气象学院学报, 1992, 15(4): 467 ~ 475
- [5] 王谦谦, 钱永甫, 徐海明, 等. 1991 年太平洋海温异常对降水影响的数值试验[J]. 南京气象学院学报, 1995, 18(2): 200 ~ 205
- [6] 中国气象局国家气候中心. 98 中国大洪水与气候异常[M]. 北京: 气象出版社, 1998. 1 ~ 24

CHARACTERISTICS OF PRECIPITATION ANOMALY OVER THE MIDDLE-LOWER REACHES OF THE YANGTZE RIVER RELATED TO PRECIPITATION AND TEMPERATURE ANOMALIES OF CHINA

WANG Ye-hong, WANG Qian-qian, ZHAO Yu-chun

(Department of Atmospheric Sciences, NIM, Nanjing 210044)

Abstract: The monthly precipitation and temperature data of 160 stations in China during 1951 ~ 1998 are used to analyze the basic properties of the precipitation anomalies in the middle-lower reaches of the Yangtze River with focus on their relationships with the precipitation and temperature anomalies in China. Results indicate that there are remarkable seasonal, interannual and interdecadal variations of the precipitation anomalies in the middle-lower reaches of the Yangtze River, with the magnitude and frequency anomalies occurring in Jun. to Jul., especially in Jul.. In the recent 48 years, there are three obvious climate periods of the precipitation anomalies in the middle-lower reaches of the Yangtze River, ten flood years and eight drought years can be selected. The EOF analyses of the composite precipitation anomalies in flood and drought years in the middle-lower reaches of the Yangtze River show that spatial and temporal distribution properties of precipitation anomalies in China are different in drought and flood years; the different characteristics of temperature anomalies in drought and flood years in China in the prior and following month are also studied.

Keywords: the middle-lower reaches of the Yangtze River; precipitation anomaly; temperature anomaly; spatial and temporal distribution