

90年代长江中游异常多雨的气候变化背景分析*

熊安元

(武汉中心气象台, 武汉 430074)

提 要

利用小波变换技术, 对与长江中游地区夏季降水密切相关的赤道东太平洋海温、西太平洋副高、南海夏季风等物理因子进行时间变化的尺度分离. 通过对年代际变化和长期趋势等不同尺度变化的分析, 揭示出90年代长江中游异常多雨和频繁洪涝产生的气候变化背景.

关键词: 长江中游 异常多雨 多时间尺度 气候变化背景

1 长江中游降水分布特征及其与气候因子的关系

20世纪90年代, 长江中游地区夏季降水异常偏多, 洪涝频发, 1990~1999年的10年间接连出现了6个洪涝年或特大洪涝年(1991、1993、1995、1996、1998、1999年), 出现频率大大高于正常机率^[1-4]. 因此, 有必要对影响长江中游6~7月降水的主要物理因子, 分析其年代际以上时间尺度的振动为90年代长江中游异常多雨提供的气候变化背景. 对长江中游47个代表站6~7月雨量的EOF分析表明, 占方差贡献35.11%的第一特征向量基本反映了长江中游主汛期降水的主要空间分布特征, 其主要多(少)雨中心位于长江中游江南北部沿江地区(图略). 选取位于雨量变率中心区的荆州、武汉、修水、九江、南昌、岳阳、常德、长沙8站平均6~7月雨量序列作为长江中游降水的代表, 计算了1953~1999年长江中游6~7月降水距平百分率的逐年变化.

从图1可看出, 自1953~1999年间, 降水距平百分率 $> 40\%$ 的8个年份中, 仅90年代就占了5年, 在这10年间, 除1992年出现弱的负距平外, 其它年均为正距平. 事实说明, 长江中游地区在20世纪90年代是夏季异常多雨、洪涝多发的集中期.

表1给出了长江中游8站平均的6~7月降水量与西太平洋副高面积指数(WPSHI)、南海夏季风强度(用南海地区850 hPa和200 hPa西风切变)指数(SCSMI)^[5]、赤道东太平洋海温(用Niño 3区海温)指数(EPSSTI)的相关系数.

表1 长江中游6~7月降水与6~7月WPSHI、SCSMI和前期1月EPSSTI间的相关系数

	WPSHI	SCSMI	EPSSTI
1953~1998	0.399(0.01)	-0.372(0.02)	0.435(0.01)
1980~1998	0.602(0.01)	-0.540(0.02)	0.643(0.01)

注: 括号中的数值为信度

* 本研究得到国家“九五”重中之重科技攻关项目96-908-05-04资助.

1999-06-01收到, 1999-11-08收到再改稿.

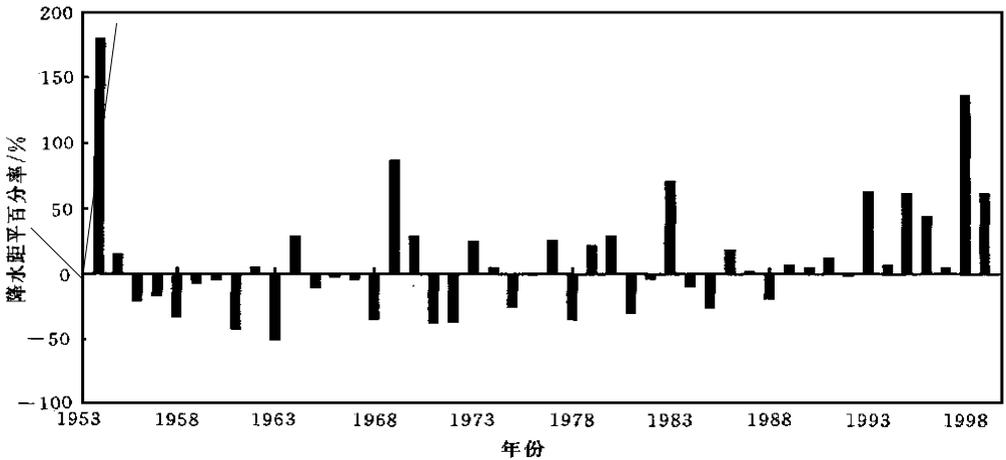


图1 长江中游6~7月降水距平百分率的逐年变化

由表1可见,长江中游6~7月降水与同期西太平洋副高面积指数和前期1月赤道东太平洋海温指数间有较好的正相关关系,而与同期南海夏季风强度指数呈明显的反相关关系.这些关系尤其是在80年代以后表现较好.

2 气候变化背景

本文运用小波分析原理,对分析对象进行小波变换,对时间序列作尺度分离,得到不同时间尺度的子序列.分析对象包括华中雨量代表序列和影响华中区夏季降水的重要物理因子,如西太平洋副高、赤道东太平洋海温、季风等.

(1) 方法 根据子波变换理论^[6],时间序列 $f(t)$ 的小波变换:

$$W_f(a, b) = \frac{1}{|a|} \int_{-\infty}^{\infty} f(t) \Psi\left(\frac{t-b}{a}\right) dt \quad (1)$$

$\Psi(x)$ 是小波母函数,本文取墨西哥帽小波母函数,即 $\Psi(x) = (1-x^2)e^{-x^2/2}$,式(1)中 a 、 b 分别为尺度参数和位置参数. $f(t)$ 可由小波系数 $W_f(a, b)$ 得以恢复,即求 $W_f(a, b)$ 的逆变换.

$$f(t) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} W_f(a, b) \Psi\left(\frac{t-b}{a}\right) / a^2 da db \quad (2)$$

调整尺度参数 a 的积分范围,由式(2)可得到不同时间尺度范围内 $f(t)$ 的子序列,本文规定8年以下尺度的变化视为年际变化,9~40年尺度的变化视为年代际变化,40年以上尺度的变化视为长期趋势.

(2) 主汛期雨量 图2是1953~1998年6~7月长江中游8个代表站平均降水距平的年际变化、年代际变化和长期趋势变化图.从图2可以看出:年际变化是降水时间变化的主要贡献者,变幅远大于年代际变化和趋势变化.长江中游汛期降水的年代际变化表现了15年左右周期的振动(图2a),90年代处于这种振动的正位相时期,且变幅在近40年代代中为最大,从降水变化长期趋势看,自60年代以来一直处于上升时期,至90年代初达到顶峰,整个90年

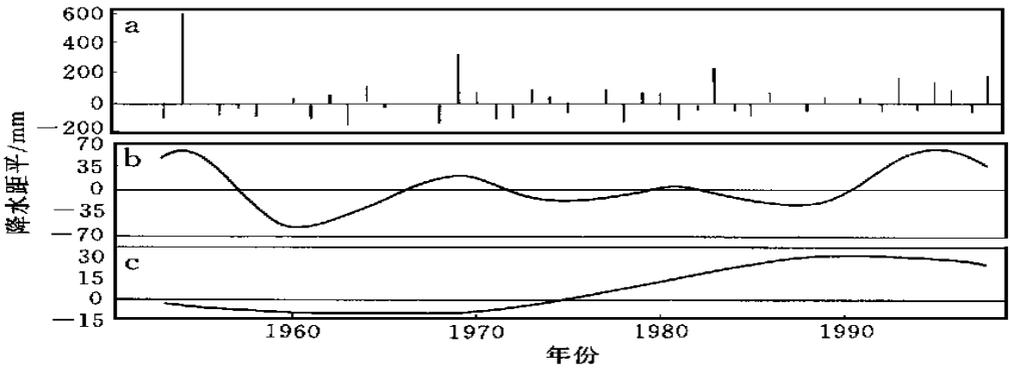


图 2 长江中游 6~7 月降水距平的年际(a)、年代际(b)和长期趋势(c)变化

代均处于正位相。因此, 降水在年代际及其以上时间尺度的低频变化为 90 年代异常多雨提供了基本背景。

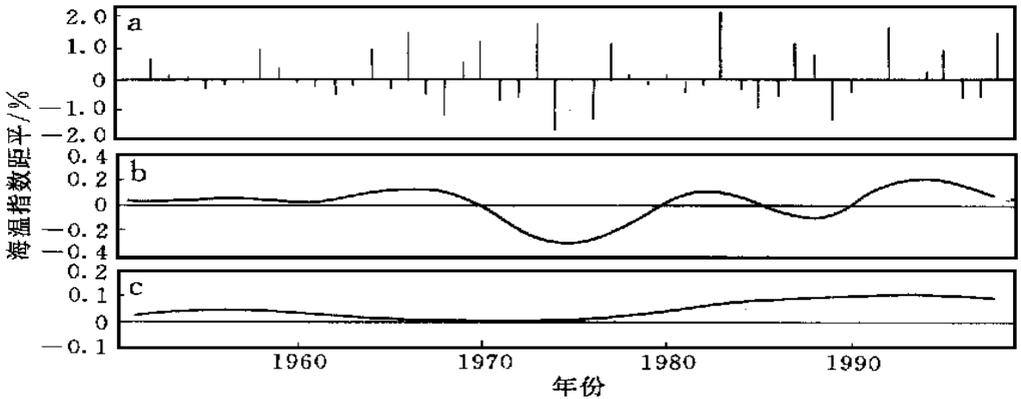


图 3 Niño 3 区 1 月海温指数的年际(a)、年代际(b)和长期趋势变化(c)

(3) 赤道东太平洋海温 图 3 是 1951~1998 年逐年 1 月 Niño 3 区海温指数的年际变化、年代际变化和长期趋势分量。年际变化的正负极值基本反映了 El Niño 和 La Niña 事件, 年代际变化反映出 50 年代和 60 年代处于海温变化的稳定时期, 70 年代是海温的负异常时期, 90 年代是赤道东太平洋海温近几十年来的异常偏高时期, 长期趋势也反映出 70 年代中期以来的增温趋势, 因而年代际变化和长期趋势变化为 90 年代提供了一个 El Niño 较易出现和加强的背景, 90 年代频繁出现 El Niño 事件正是年际变化正异常叠加在这一背景上的结果。

许多研究结果表明, 赤道东太平洋海温异常偏高, 容易导致其后的夏季中国雨带位置偏南, 长江中游地区梅雨明显, 易出现洪涝。90 年代长江中游多次出现较大洪涝与此间多发的 El Niño 事件有密切的关系, 尤其是 1997~1998 年, 赤道东太平洋出现 20 世纪最强的 El Niño 事件, 导致 1998 年夏季长江中游出现特大洪涝。

(4) 西太平洋副高 图 4 给出了西太平洋副高面积指数(WPSHI) 6~7 月距平在 1951~1998 年期间变化的 3 个不同时间尺度的分量。小于 8 年时间尺度的年际变化是 WPSHI 时间变化的主要部分, 9~40 年时间尺度的年代际变化的振幅约为年际变化的一

半, 90年代是近几十年中正异常最大的时段, 反映40年以上时间尺度变化的趋势分量自60年代后一直处于上升阶段。因此, 无论是年代际变化还是长期趋势变化, 都反映了90年代异常强的副高变化特征。

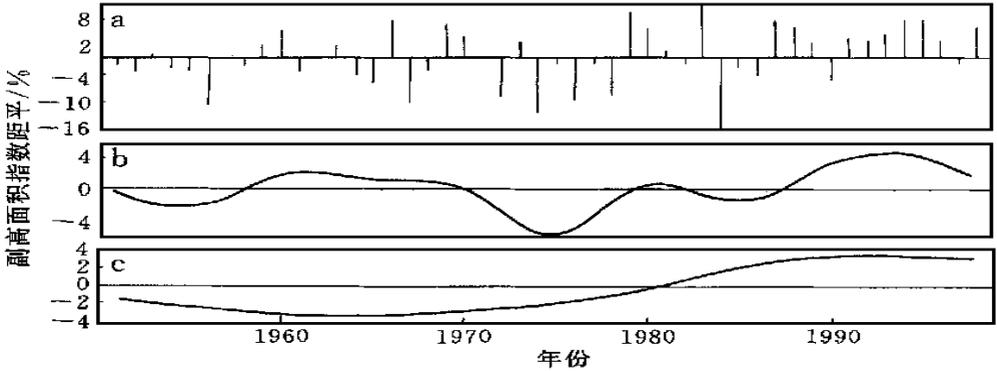


图4 西太平洋副高6~7月面积指数的年际(a), 年代际(b)和长期趋势变化(c)

比较图3、图4可发现, EPSSTI和WPSHI的年代际变化和长期趋势分量除50年代外, 变化趋势几乎完全一致。

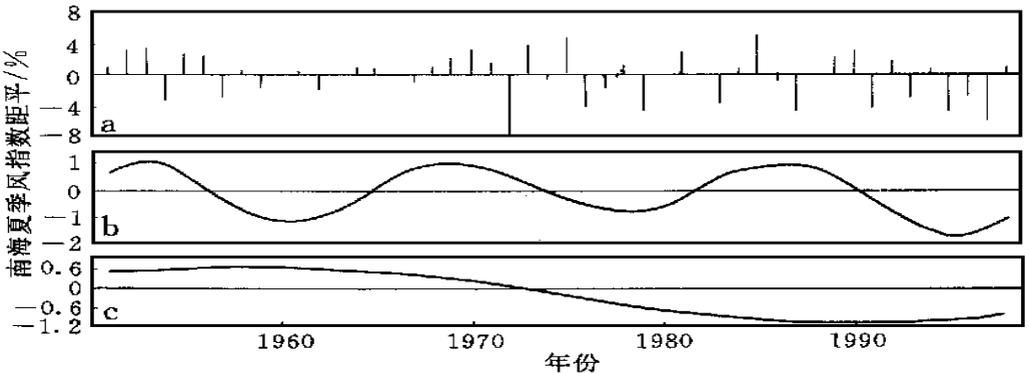


图5 南海夏季风6~7月平均强度指数的年际(a), 年代际(b)和长期趋势变化(c)

(5) 南海夏季风 图5是6~7月平均SCSMI的年际、年代际和长期趋势3个分量的时间演变曲线。从SCSMI的长期趋势来看(图5c), 60年代至90年代前期一直呈现由强变弱的趋势, 90年代后期略有上升, 但一直位于较大的负距平位相, 年代际变化曲线(图5b)也表明, 90年代是近几十年来负距平振幅最大的时期。1998年, 尽管年际变化表现出不太大的负距平, 但由于年代际变化和长期趋势均处于较大的负振幅位相, 这也是90年代长江中游夏季降水异常偏多的重要原因之一。

3 结 论

- (1) 20世纪90年代是长江中游异常多雨, 洪涝多发的时段。
- (2) 冬季赤道东太平洋海温、夏季西太平洋副热带高压和南海夏季风等气候因子的年

代际变化、长期趋势变化在 90 年代均表现出异常强的有利于长江中游夏季降水偏多的振幅, 这为 90 年代长江中游夏季异常多雨提供了一个十分有利的气候变化背景.

参 考 文 献

- 1 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(4): 290~ 299.
- 2 黄荣辉, 徐予红, 王鹏飞, 等. 1998 年长江流域特大洪涝特征及其成因探讨. 气候与环境研究, 1998, 3(4): 300~ 313.
- 3 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. 48~ 87.
- 4 陈兴芳, 宋文玲. 年代际气候变化与 1998 年长江大水. 气候与环境研究, 1998, 3(4): 358~ 367.
- 5 王斌, 樊真. 论南亚夏季风指数的选择. 东亚季风和中国的暴雨. 北京: 气象出版社, 1998. 170~ 183.
- 6 胡增臻, 石伟. 子波变换在大气科学中的应用研究. 大气科学, 1997, 21(1): 58~ 72.

ANALYSIS ON BACKGROUND OF CLIMATIC VARIATION FOR EXTREMELY RAINY OVER THE MIDDLE REACHES OF THE CHANGJIANG RIVER IN THE 1990S

Xiong Anyuan

(Wuhan Central Meteorological Observatory, Wuhan 430074)

Abstract

The major characteristics of precipitation over the middle reaches of Changjiang River during summer in the 1990s are analyzed. Using wavelet transform technology, the multiple time scale variations including inter-annual, inter-decade and long-term trends for summer rainfall in main regions over the middle reaches of Changjiang River and its related physical factors such as sea surface temperature in the eastern equator, the western Pacific Subtropic High, and summer monsoon of the South China Sea are analyzed. The results reveal that the extreme summer raininess in 1990s over the middle reaches of Changjiang River has favorable background of climatic variation.

Key words: Middle reaches of Changjiang River Extreme raininess Multiple time scales