

浙江省近 534 年旱涝发生规律及突变分析

沈锦花 胡波

(浙江省气象台, 杭州 310017)

提 要

采用 1470~1979 年五百年旱涝史资料, 选取杭州、宁波、金华和温州旱涝等级资料, 并把旱涝等级资料延伸到 2003 年。用小波分析、 t -检验、低通滤波等方法, 对浙江近 534 年旱涝灾害发生的规律、周期性、阶段性和突变特点进行了分析。结果表明, 浙江中等强度的洪涝或干旱平均每 3~4 年发生一次, 大涝或大旱平均每 10 年一遇; 浙江旱涝在不同的时间尺度和层次上 30 年、50 年、70~80 年周期振荡最显著, 其次为 10~20 年左右周期振荡; 旱涝呈现出 3 个上升阶段以旱为主和 3 个下降阶段以涝为主的阶段性气候变化特征; 突变分析发现浙江旱涝交替出现 3 处显著的突变, 主要出现在 1636、1708、1963 年附近, 呈现出少雨期—多雨期—少雨期的气候演变特征。

关键词: 旱涝 规律 突变

引 言

浙江省属亚热带季风湿润气候区, 由于季风的不稳定, 5~9 月降水的年际分布不均匀, 旱涝灾害发生频率较高。因此, 研究旱涝灾害的长期演变规律, 揭示浙江五百多年以来的干湿气候变化特征。对政府和防汛部门进行抗洪、抗旱、防灾决策起到重要作用。有关旱涝的分析, 已有不少学者作过研究和探索^[1, 2], 主要研究了旱涝气候演变规律, 干旱期和湿润期阶段性变化特性及干湿期转折分析等。

1 资 料

采用杭州、宁波、金华、温州旱涝等级资料, 1470~1979 年旱涝等级用《全国近五百年旱涝等级分布图》^[3], 1980~2000 年的旱涝等级根据文献^[4]续补, 2001~2003 年根

据原 5~9 月降水量的 5 个旱涝等级标准计算所确定。4 个站资料进行平均, 建立了浙江省 1470~2003 年 534 年的旱涝等级序列。以上 4 个台站能代表浙江地理特征, 杭州、宁波代表浙江北部地区, 金华代表浙江西南地区, 温州代表浙江东南地区。

2 旱涝气候变化基本特征

2.1 旱涝频次、频率分布

分别计算旱涝频次、频率, 结果见表 1, 可以看出浙江旱涝具有以下特点:

(1) 杭州、宁波、温州旱涝频率分布基本一致, 其中洪涝发生频率比干旱发生频率偏高; 金华干旱发生频率比洪涝发生频率略偏高。

(2) 中等强度的洪涝或干旱平均每 3~4 年发生一次; 大涝或大旱发生的频率略有不同。

表 1 浙江省近 534 年旱涝等级频次、频率分布

区域	1 级(涝) 频次(频率%)	2 级(偏涝) 频次(频率%)	3 级(正常) 频次(频率%)	4 级(偏旱) 频次(频率%)	5 级(旱) 频次(频率%)
杭州	61(11.4)	129(24.2)	207(38.7)	96(18.0)	41(7.7)
宁波	56(10.5)	112(21.0)	210(39.3)	90(16.9)	66(12.3)
金华	52(9.7)	97(18.2)	215(40.3)	97(18.2)	73(13.6)
温州	44(8.2)	115(21.5)	243(45.5)	87(16.4)	45(8.4)
全省	53(10.0)	113(21.2)	219(41.0)	93(17.3)	56(10.5)

同,大涝年杭州、宁波和金华平均每8~10年一遇,而温州平均每12年一遇;大旱年金华和宁波平均每7~8年一遇,杭州、温州平均每11~12年一遇。

(3) 从全省平均情况来看,洪涝发生的频率比干旱发生频率偏高,中等强度洪涝或干旱平均每3~4年发生一次,大涝或大旱平均每10年一遇。

2.2 旱涝的周期性

由于气候系统是多时间多尺度系统,用常规方法虽然可以判断出气候变化的主要周期,但不能揭示多层次结构。为此,本文采用Morlet小波分析方法对浙江省不同层次和时间尺度的气候周期进行分析。

从图1可以看出:浙江旱涝等级主要存在30年、50年、70~80年左右时间尺度上周期振荡最显著,其次是10~20年周期振荡。1470~1730年以50年周期振荡为最明显,1730~1810年周期强度减弱;1810~2003年主要以70~80年左右的长周期变化为主;另外1700~1960年存在30年时间尺度上的周期振荡变化;其中30年、50年、70~80年的周期中小波系数反映明显,说明随着时间的变化周期呈持续稳定,有较好的变化规律;10~20年的周期呈波状态的演变,呈不稳定,说明旱涝周期变化具有不稳定的周期性和复杂性。目前,浙江已进入10年、70~80年的周期振荡。

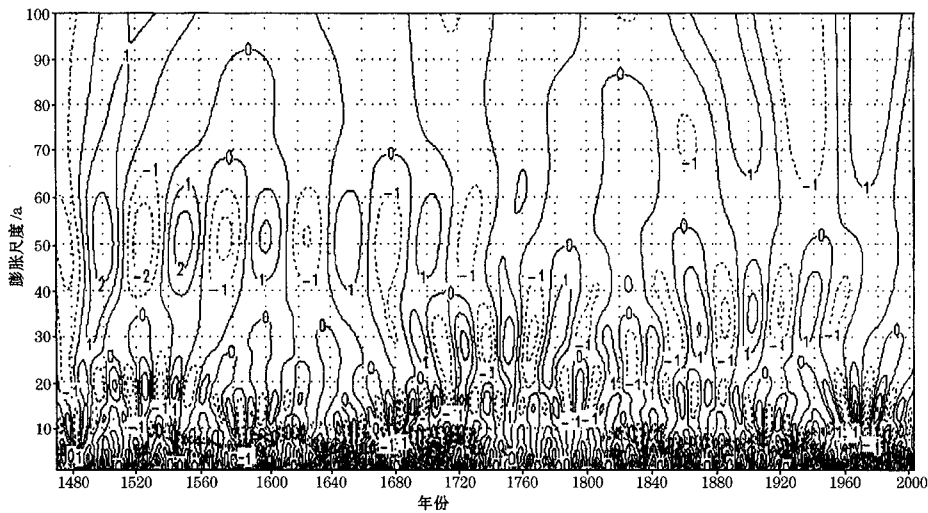


图1 浙江省近534年旱涝等级小波分析

2.3 旱涝的阶段性的

对1470~2003年浙江省旱涝等级进行距平累积,再用11年滑动平均,经低通滤波方法处理,突出了11年以上的长周期振动,滤去11年以下高频分量振动的影响(见图2)。从图2中可以看出,旱涝等级序列具有明显的阶段性,分3个上升阶段和3个下降阶段,曲线上升表明干旱发生频率比洪涝发生频率高;曲线下降表明洪涝发生频率比干旱发生频率高。上升阶段主要在1484~1560年、1636~1723年、1964~2003年;下降阶段主要在1470~1483年、1561~1635年、1724~1963年,其中1724~1963年下降

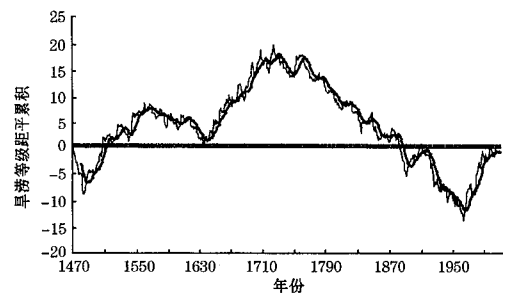


图2 浙江省近534年旱涝等级距平累积曲线
细线为旱涝等级距平累积曲线,粗线为11年滑动平均曲线持续期239年,表明浙江的洪涝灾害比干旱灾害发生明显,与旱涝发生频率分布结论一致,同时也与张先恭中国东半部近五百年干

旱指数的分析规律基本一致,具有世纪阶段的干旱期—湿润期—干旱期的气候演变特征。

3 旱涝的突变性

气候突变是指在气候系统由一种相对稳定的气候状态到另一种气候状态的变化,是一种不连续变化的现象,这一现象为“突变”现象。用滑动平均 t -检验方法^[5]作旱涝突变分析,首先是考察两组样本平均值的差异是否显著来检验突变。为避免任意选择子序列长度造成突变点漂移,进行了反复变动子序列长度进行试验比较,确定用20年、30年、40年的子序列对比分析旱涝突变。

用滑动 t -检验对1470~2003年534年旱涝灾害等级序列的突变分析,取 $n_1 = n_2 = 20$ 、 $n_1 = n_2 = 30$ 、 $n_1 = n_2 = 40$,给定显著水平 $\alpha = 0.05$,按 t 分布自由度 $\nu = n_1 + n_2 - 2 = 38$ ($t_{0.05} = \pm 2.02$)、 $\nu = n_1 + n_2 - 2 = 58$ ($t_{0.05} = \pm 2.00$)、 $\nu = n_1 + n_2 - 2 = 78$ ($t_{0.05} = \pm 1.98$),采用20、30、40年子序列 t -检验统计量(见图3a、b、c)分别有7处(1588、1561、1636、1708、1892、1909、1963年)、6处(1514、1569、1636、1708、1909、1963年)、5处(1561、1639、1708、1911、1963年)均超过0.05显著性水平。其中在不同子序列中有3处突变点较显著,主要出现在1636、1708、1963年附近。其中1636年从多雨期向少雨期转、1708年从少雨期开始向多雨期转、1963年从多雨期向少雨期转变,呈现出少雨期—多雨期—少雨期的气候演变特征。

4 结论

综合上述,结论如下:

(1) 受东亚季风的影响,浙江省近534年旱涝等级中洪涝发生频率比干旱发生频率高。

(2) 浙江旱涝30年、50年、70~80年周期气候振荡最显著,并呈持续稳定;其次为10~20年左右周期振荡。

(3) 浙江的旱涝具有明显的阶段性,其主要阶段在1484~1560年、1636~1723年、1964~2003年以少雨为主;1470~1483年、1561~1635年、1724~1963年以多雨为主,

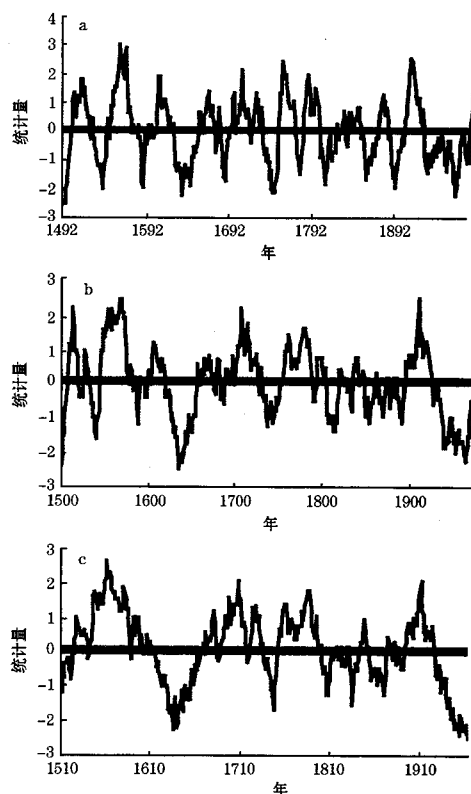


图3 浙江省旱涝等级滑动 t -统计量曲线

a. $n_1 = n_2 = 20$ a; b. $n_1 = n_2 = 30$ a; c. $n_1 = n_2 = 40$ a

多雨的持续时间比少雨持续时间长。

(4) 用滑动 t -检验法,不同时间子序列分析出3处突变点基本一致,其突变主要出现在1636、1708、1963年附近,呈现出少雨期—多雨期—少雨期的气候演变特征。

(5) 通过小波分析、低通滤波、 t -检验等方法分析,目前浙江已进入10年、70~80年周期振荡。

参考文献

- 1 张先恭. 中国东半部近五百年干旱指数的分析. 全国气候变化学术讨论会文集. 北京: 科学出版社, 1978.
- 2 周后福. 安徽省近554年旱涝演化规律和跃变现象. 气象, 2004, 30(7): 18~22.
- 3 中央气象局气象科学研究所. 全国近500年旱涝等级分布图. 北京: 地图出版社, 1981.
- 4 张德二, 李小泉, 梁有叶等. 中国近500年旱涝分布图集的再续补. 应用气象学报, 2003, 14(3): 382.
- 5 魏凤英. 现代气候统计诊断预测技术. 北京: 气象出版社, 1999, 9: 63~65.

Analysis of Laws and Sudden-change of Drought/Flood for Last 534 Years in Zhejiang Province

Shen Jinhua Hu Bo

(Zhejiang Province Meteorology Observatory, Hangzhou 310017)

Abstract

Based on the historical data of drought and flood from 1470 to 1979, the grade data of drought and flood are obtained and then extended to 2003. With the methods of wavelet analysis, t -test and low-pass filter, the occurrence laws, periodicity, phases and sudden-change of drought / flood are analyzed for the last 543years in Zhejiang. The results show that (1) Middle-intensity drought/flood events occurred every 3—4 years and serious drought/flood occurred about every 10 years. (2) Zhejiang drought/flood has obvious 30-year, 50-year and 70—80-year oscillation periods, then about 10—20-year. (3) The fluctuation of drought/flood appears three ascending stages mainly characterized by much drought and three descending stages mainly characterized by much flood. (4) Drought/flood have three obvious sudden-change points including 1636, 1708 and 1963, which represent climate evolution characteristics from lack of rain, stage of rich rain to stage of lack of rain.

Key Words: drought/flood law sudden-change