

陕西及我国东部区域气候变化研究^①

王 川¹ 杜继稳¹ 杜川利¹ 袁君健²

(1. 陕西省气象局, 西安 710015; 2. 陕西省计划委员会)

提 要

利用我国 500 多年旱涝资料, 分析陕西及其东部区域历史上发生的旱涝周期及气候突变, 发现陕西旱涝存在 22 年、169 年左右的变化周期, 陕西 1645 年左右发生过气候突变, 分别比华北地区早 6~7 年, 比华东地区早 40~50 年。同时分析近 50 年气候资料发现, 陕西及东部地区降水均存在着一定的周期变化, 且变化有所差异。定义了陕北区域旱涝指数, 在未来十年, 陕北地区旱涝变化趋势是正常偏旱。

关键词: 旱涝周期 气候突变 旱涝指数

引 言

引起气候变化的影响因素错综复杂, 而气候资料的时间序列却是反映了曾经发生过的所有因果与结构关系的影响, 因而利用时间序列自身演变的规律进行预测已被广泛采用。另外, 气候变化是一个非常复杂的问题, 随着时间尺度的延长, 气候变化存在规律性的同时也存在着一定的非线性变化。气候变化往往是一种线性与非线性变化的结合。线性变化常常包括周期变化和趋势变化等, 它

是促成气候变化非常重要的一部分。另一部分为非线性变化, 我们把它称之为气候突变。所谓气候突变, 是指从一个气候态跳跃式的转变到另一个气候态, 表现为气候在时空上从一个统计特征到另一个统计特征的急剧变化。近年来有人发现^[1]: 500 多年来我国气候至少存在 3 次较明显的突变, 这些突变有可能影响到我国旱涝的形势分布。本文专门分析陕西, 尤其是陕西中、北部地区历史旱涝变化、未来趋势及与东部区域的对比分析, 这

^① 陕西省生态办项目(1999 年 003)资助项目。

对保护和治理陕西生态环境,对实施西部大开发战略有着深刻的意义。

1 资料和方法

1.1 资料

本文使用中央气象局气象科学研究院收集、整理的120站旱涝级别资料,资料长度为1470~1979年;后20年的资料通过旱涝等级^[2]的计算方法,利用全国160站降水资料(长度为1951~2001年)补齐;对于陕北区域降水指数,利用陕西省97个站降水资料(长度为1961~2001年)计算。

为了便于研究陕西中、北部旱涝变化,将陕西及东部地区分为5个区,陕北地区以榆林、延安为代表站,关中地区以西安为代表站,华北地区以北京、济南为代表站,华东地区以合肥为代表站,华中地区以汉口为代表站。

1.2 分析方法

本文主要应用功率谱、小波分析法作周期分析,突变分析的方法比较多,本文主要运用滑动 t -检验法、概率变点检测法、M-K检验法及Cramer法等。以上突变分析方法,虽然都是对气候序列进行分析,由于分析的对象在时间尺度上有长有短,所以,对于不同的序列,应运用不同的方法。

2 500多年来陕西及全国其他区域的旱涝周期及突变分析

2.1 旱涝周期

我们采用功率谱方法,分析了各代表站周期,如表1所示,当滑动步长为10a时,除汉口外,均存在172a旱涝周期,有意思的是陕西省内4站均存在22a左右的旱涝周期;

表1 功率谱分析结果(谱值大于0.04,通过0.05信度检验) 单位:年

代表站	滑动步长(10a)周期	滑动步长(20a)周期
榆林	22.9 24.5 172	169
延安	22.9 172	169
北京	172	169
济南	172 24.5	169
西安	26 22 172	169
汉中	172 22.9	169
汉口	38	169 48 37
合肥	172	169

当滑动步长为20a时,均存在169a的旱涝周期。事实上该周期同169a周期是接近的,这是滑动步长不同造成的。

2.2 突变分析

利用滑动 t -检验法(置信水平 $\alpha=0.01$)对5个地区代表站530年旱涝突变进行了分析表明:近530年来我国旱涝突变分别发生在几个阶段:1590、1640~1650、1810~1830、1880年,如表2所示。

表2 滑动 t -检验得出的各站发生旱涝突变的年代

代表站	突变年份(由涝转旱)	突变年份(由旱转涝)
榆林	1625 1830	1590 1645
延安	1625 1830	1590 1645
北京	1655 1895	1645
济南	1630 1652 1825 1900	1590 1645 1810
西安	1625	1590 1645 1800
汉中	1712	1645 1880 1980
汉口	1575	1590
合肥	1855	1540 1560 1690 1865

由表2可以得出,各地区突变年份及突变次数(达到显著水平)不相同。陕北、关中地区突变年份及突变次数基本一致,集中在1625年和1830年前后(涝转旱),以及1590年和1645年,另外济南与上述地区突变年份大部一致;其他几个站的突变年份各不相同。滑动 t -检验法虽然能检验出突变的年份,但是达到检验信度的突变点较多,不利于分析历史上关键的旱涝转变年份,所以我们又利用Cramer法分析各地区旱涝突变的年份,如表3所示。

表3 Cramer法得出的各站发生旱涝突变年代(置信水平 $\alpha=0.01$)

代表站	突变年份	代表站	突变年份
榆林	1645	西安	1645
延安	1645	汉中	1645
北京	1652	汉口	1710
济南	1652	合肥	1690

从表3可以看出,在1645年附近陕西发生过旱涝突变。突变的原因根据张家诚^[3]的研究,最近500多年来我国大范围旱涝变化大致分为两个阶段:1480~1690年为干旱阶段;1700~1920年为多雨阶段。两个阶段的转换年份在全国各区是有区别的,江淮流域和长江以南地区约在1700年附近,而黄河流

域以北在1660年附近。陕北地区及关中、陕南地区的旱涝突变点大概在1645年,比华北地区要早6~7年,比华东、华中地区要早40~50年。这个结论完全符合以上所述。

郑景云^[4]根据全国24个代表站旱涝级别,干旱(旱涝指数 $I=4,5$)、雨涝($I=1,2$)、正常($I=3$),利用概率变点检测(置信水平 $\alpha=0.05$)分析旱涝突变点。同全国平均的旱涝突变点比较来看,陕西及华北地区确实比其他地区早,长江、淮河流域和全国平均旱涝时间基本一致。这说明我国的旱涝存在着区域差异,各个地区有各自的旱涝特点,我们应从具体情况出发去分析问题。

3 50年来陕西及全国其它区域的气候分析

3.1 降水分析

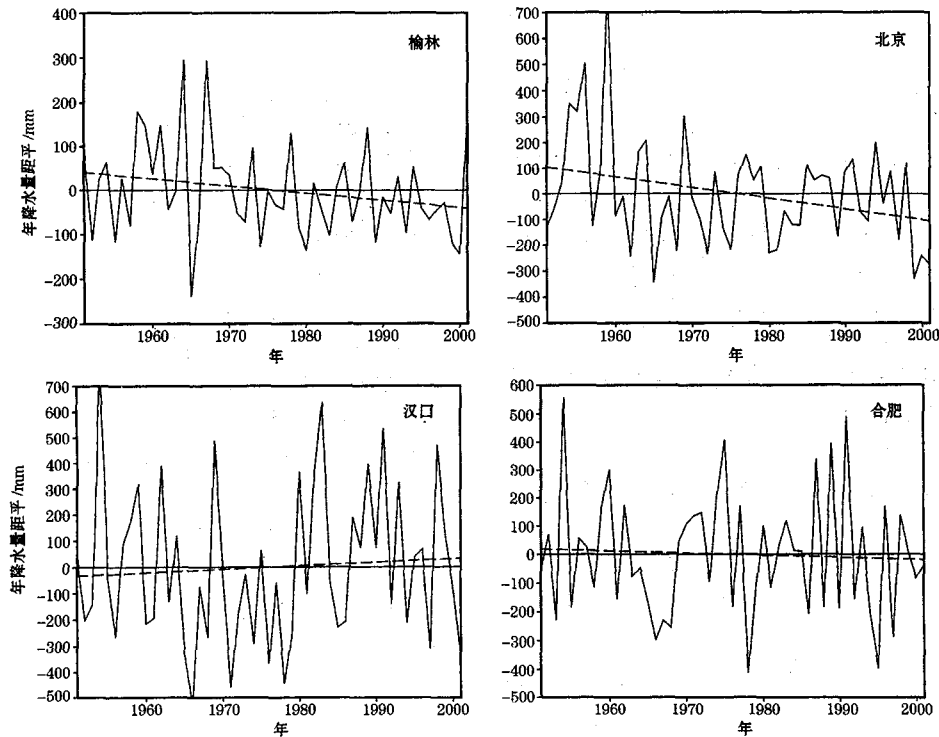


图1 榆林、北京、汉口、合肥年降水量距平变化曲线(实线)及线性趋势(虚线)

华东地区在60年代中期前为多雨期,其后至70年代末期为少雨期,80年代至90年代前期为多雨期,90年代中期为少雨期。华中地区与华东地区情况略有不同,80年代进入多雨期,较华东地区晚5年左右,90年代中期以后变化基本相同。

图1是陕北地区及全国其他地区年降水量距平及其线性趋势线。从图中可以看出,陕北50年代雨水较少,50年代后期至60年代为多雨期,但从1971年开始进入少雨期,进入90年代中期以后,降水连年减少。关中、陕南则略有不同(图略),50年代至60年代前期为多雨期,从1965年以后开始进入少雨期,在80年代前期为相对多雨期。华北地区的北京地区在60年代前期为多雨期,从1965年以后进入相对少雨期,一直持续到上世纪末。济南和北京则有所不同,50年代前期为多雨期,后期为少雨期,60年代前期为多雨期,后期为少雨期,70年代为相对多雨期,80年代为相对少雨期,90年代为相对多雨期。

另外,从上图还可看出,自20世纪50年代以来,全国总的趋势是在变旱,这与郑景云的研究结果一致^[4],尤其是华北地区降水减少最多,陕西大部也在减少之列,其中江淮流域因80年代以后多次发生洪涝,因而减少趋势不显著。

3.2 周期分析

对陕西及全国其他地区年降水量距平作功率谱分析,其显著性周期均为13a、2.3a左右(通过0.05信度检验),其中谱估计值大于0.04的周期为13a。对其做小波分析,图2中的正值对应降水小波周期中的多雨期,负值(阴影)对应少雨期,同时在整个少雨期中的相对多雨时段,都能反映出来。

从图2分析可知,陕北小波图中的零线所在位置为1956、1971年前后,恰好对应旱涝气候时段的转折。陕北自70年代以来,降水变化比较平缓,70年代以前存在明显的

15a左右的旱、涝交替时段,这与上一节分析的自70年代以后陕北地区降水逐渐减少是一致的。关中、陕南小波图中的零线所在位置为1955、1965、1982年前后(图略),但其降水变化要剧烈一些,旱涝周期在16a左右。华北、华东、华中地区小波变换图基本相似,旱涝交替的年代相近,不同的是小波指数依次变大,这说明自1951~2001年间,陕北、关中、陕南,华北,华东,华中的年降水量变化是逐渐加大的,这与上一节分析完全符合。另外,准两年旱涝周期变化在全国大部地区中是普遍存在的。

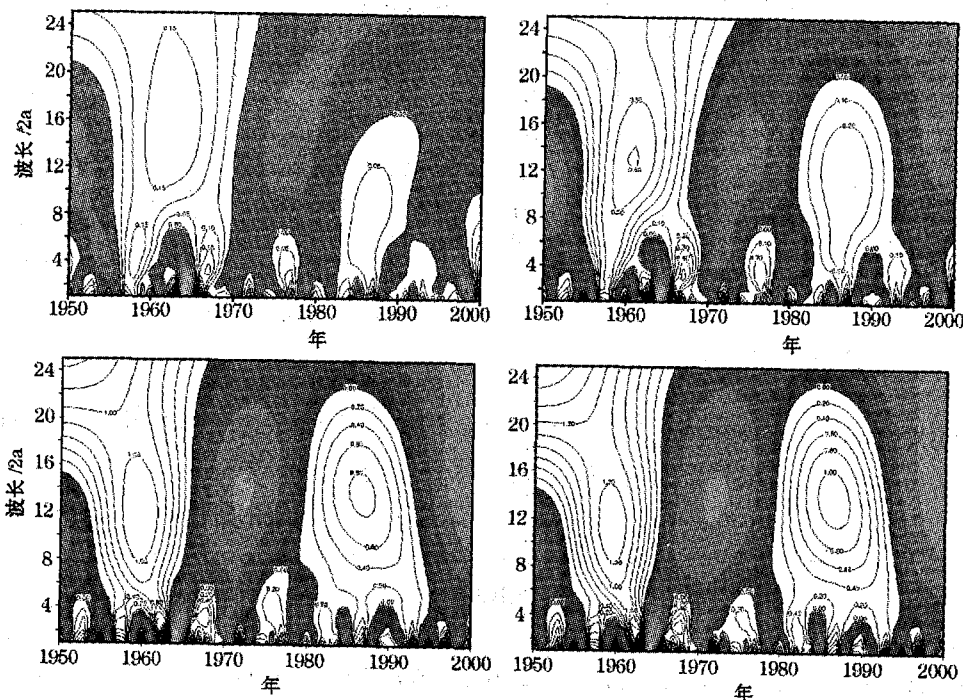


图2 榆林(a)、北京(b)、汉口(c)、合肥(d)年降水量小波指数分布图

4 陕北区域旱涝指数 I_R 的确定及其预测

陕西长期天气预报工作中用于表征降水异常的指数较多,如降水距平百分率法、Z指数法以及国家资料中心采用的旱涝等级等方法,但对于区域旱涝情况仍无定量方法。本文则采用区域旱涝指数 I_R 表征陕北旱涝灾害。

对一定的区域和季节, t_y 年 I_R 定义为

$$I_R(t_y) = \left[\frac{\sum_{i=1}^m P_i(t_y)}{\sum_{i=1}^m \bar{P}_i} + \right.$$

$$\left. k^+(t_y)/m \right] \times 100\% \quad (1)$$

其中 $P_i(t_y)$ 为该区第 i 站 t_y 年季降水量, \bar{P}_i 是第 i 站季气候降水量(取1961~2000年共40a的平均), m 是代表站总数, $k^+(t_y)$ 是 t_y 年 m 站中降水量距平大于等于0的站数。陕北地区共选用15个代表站。

图3是陕北区域旱涝指数及其预测值,实线代表实际值,与历史情况基本符合^[5]。可以看出,陕北区域旱涝指数 I_R 的周期性较明显,20年周期较显著。60年代前期至60

年代末为下降趋势,70年代初为最低;之后为上升趋势,80年代中期达最高;随后开始下降,80年代末有反复,至90年代后期达到最低,90年代末有突变。

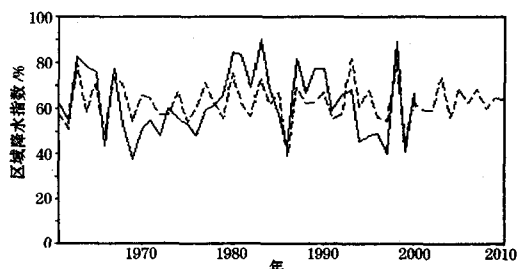


图3 陕北区域旱涝指数及其预测值
实线为实际值,虚线为预测值

本文对陕北地区旱涝指数作出预测。从图3可以看出,拟合值基本上能反映出实际值的变化,尤其是几次极值变化(1966、1986、1999年)。从周期上看也能反映出准15年变化,对未来趋势预测旱涝的概率相近。另外有一些年份趋势虽然反映出来,但是强度不够,需要调整参数设置。

5 结论

(1)旱涝周期分析结果表明:陕西、华北、

华东、华中地区旱涝变化大部存在172a的周期,其次是169a的周期韵律,陕西还存在22a的旱涝周期。

(2)突变分析结果表明:陕西旱涝突变点大概在1645年,比华北地区要早6~7年,比华东、华中地区要早40~50年。

(3)分析近50年气候资料发现,陕西及东部地区降水的多雨期、少雨期交替出现,均存在着一定的周期变化,且变化有所差异。

(4)定义了陕北区域旱涝指数,在未来十年,其旱涝变化的趋势是陕北地区正常偏旱。

参考文献

- 1 严中伟,季劲钧,叶笃正. 60年代北半球夏季气候跃变. 中国科学(B辑),1990:97~103.
- 2 中央气象局气象科学研究所. 中国500年旱涝分布图集. 北京:地图出版社,1982.
- 3 张家诚,张先恭,许协江. 中国近五百年的旱涝. 气象科技集刊(4). 北京:气象出版社,1983:1~16.
- 4 郑景云,张时焯,刘啸雷. 近500年来我国旱涝分区及各旱涝变化分析. 大气科学,1993,17(增刊):106~111.
- 5 李士高. 陕西省旱涝年鉴. 西安:西安地图出版社,1999:156~160.

Analysis of Variation of Climate in North Shaanxi and Relationship with Other Regions for Last 530 Years

Wang Chuan¹ Du Jiwen¹ Du Chuanli¹ Yuan Junjian²

(1. Shaanxi Meteorological Bureau, Xi'an 710015; 2. Shaanxi Planning Committee)

Abstract

Based on the data of the Drought/Flood in the northwest, the north, and the east of China for the last 530 years, the abrupt change and the periodicity of the Drought/Flood series are analyzed. The results indicate that there is a period of 22-year and 169-year respectively in Shaanxi and an obvious abrupt change in Shaanxi in 1645, which is earlier about 6~7 years than North China, about 40~50 years than East of China. There is some periodicity characters of precipitation in Shaanxi and East China in recent 5 decades, and the variation is different. The dry and warm climate will continue to 2010s in northern Shaanxi, this is the facts that the ecosystem managing project must be faced.

Key Words: periodicity of drought/Flood abrupt change of climate draughts/floods index