

文章编号: 1006-4354 (2012) 03-0015-04

近 48 年陕西夏季降水场的时空变化特征

赵 强^{1,2}, 严华生¹

(1. 云南大学大气科学系, 昆明 650091; 2. 商洛市气象局, 陕西商洛 726000)

摘 要: 选用陕西 78 站 1961—2008 年夏季降水量, 通过经验正交函数分解、小波分析和趋势分析等方法, 分析了近 48 a 陕西夏季降水量时空分布特征, 结果表明: 陕西夏季降水量主要呈全省一致型、南北反位相型和中间多南北少等三种典型场, 其中第一模态 (全省一致型) 的解释方差为 40.5%, 因此其时间系数的变化基本上代表了全省夏季降水量的整体变化趋势; 近 48 a 陕西夏季降水整体呈增加趋势, M-K 检验显示陕西夏季降水在 1977 年前后存在由少到多的突变; 小波分析发现陕西夏季降水量存在 13 a 的周期和 3~5 a 的周期; 降水趋势分析结果显示陕西夏季降水主要表现为关中、陕南一致增多, 陕北长城沿线减少, 其中关中中部和陕南东部、南部增多显著, 通过了 95% 的显著性检验。

关键词: 陕西夏季降水; 降水趋势; Mann-kendall 突变检验; 小波分析

中图分类号: P426.6

文献标识码: A

在近 30 a 来全球气温升高的情况下, 降水异常发生的频次增大, 由此所引起的干旱和洪涝灾害对人民造成巨大损失。目前, 气候分析的发展已由单个资料的时间变化分析发展到场的时空分布变化分析, 这有助于了解整个区域气象要素场的分布特征和变化规律。经验正交函数分解方法 (EOF) 已在气候诊断分析中得到广泛应用^[1], 吴洪宝等^[2] 分析了我国冬季月平均气温的分布, 王晓春等^[3] 分析了我国夏季降水异常区域特性, 王越等^[4] 分析了陕西沙尘暴时空变化特征, 杨东宏等^[5] 分析了延安汛期降水特征。本文利用经验正交函数分解、小波分析和趋势分析等方法分析陕西夏季降水的时空分布特征。

1 资料和方法

选用陕西 78 站 1961—2008 年夏季降水量资料, 为了消除地理位置、地形及年际变化的影响, 在 EOF 分析中, 首先对每站每年的资料进行标准化处理, 得到陕西省夏季 78 个测站 48 a 标准化资料矩阵 $(x_{ji})_{m,n}$, 这里 $j=1, 2, \dots, m$ 为测站, $i=1, 2, \dots, n$ 为样本。对 48 a 夏季标准化降水

场进行展开^[1], 并根据 North^[6] 提出的计算特征值误差范围来进行显著性检验, 其检验方法是: 先计算特征值 λ 的误差范围, 即:

$$e_i = \lambda_i (2/n)^{1/2}, \quad (1)$$

式中 n 为样本容量。当相邻的特征值满足:

$$\lambda_i - \lambda_{i+1} \geq e_i, \quad (2)$$

就认为两个特征值对应的自然正交函数是有价值的信号。采用 Mann-Kendall 突变检验法^[7] 分析降水序列的长期变化趋势和突变情况。采用 morlet 小波^[8] 分析方法对降水序列进行周期分析。

2 时空分布特征

陕西夏季降水量 EOF 分解结果表明前三个主分量的解释方差分别为 40.5%、14.7% 和 6.7%, 并通过了显著性检验, 表明前三个特征值对应的自然正交函数是有价值的信号。从夏季降水量场的主要模态 (图 1a) 可以看出, 第一模态反映了陕西省夏季降水量多年平均气候特征, 即全省夏季降水的一致性, 第二模态表现为南北反位相的特征, 即南北振荡的分布。第三模态表现为陕北、陕南为正值, 关中为负值, 即“两头多

收稿日期: 2012-02-09

作者简介: 赵强 (1981—), 男, 陕西商南人, 硕士研究生在读, 工程师, 从事天气预报和研究。

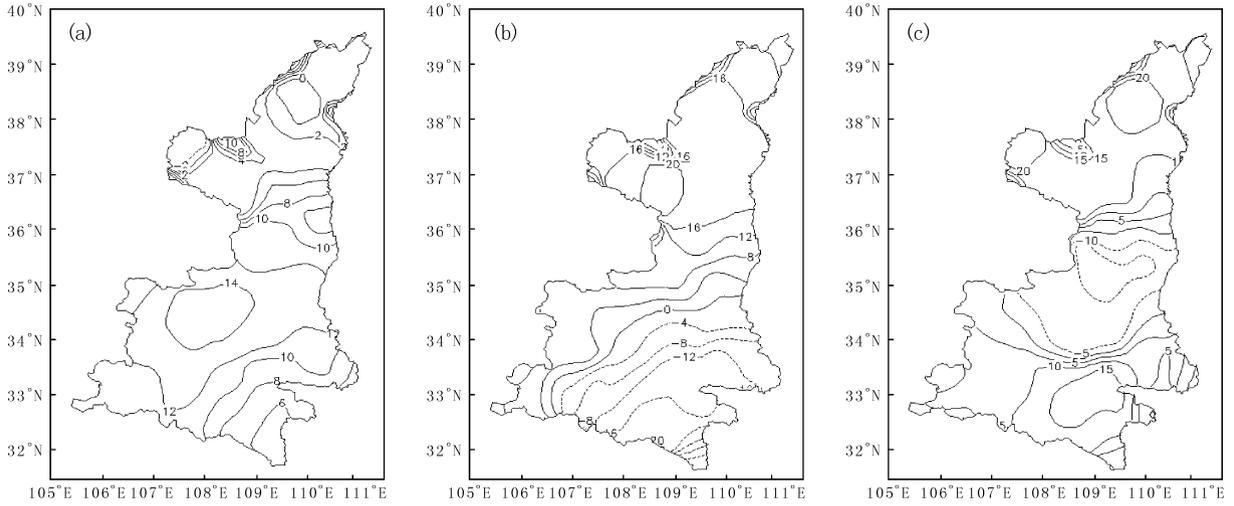


图1 陕西夏季降水量前3个 EOF 模态的空间分布 (a) EOF1 (b) EOF2 (c) EOF3

(少)、中部少(多)”的分布特征。

2.1 年际变化

由于 EOF 分解的第一模态的解释方差为 40.5%，因此其年际变化能够代表陕西夏季降水量的主要变化特征。第一时间系数(见图 2)基本上对应全省大范围的旱涝，正值时间系数对应涝年，负值对应早年。第一时间系数总体趋势为上升。20 世纪 60 年代到 70 年代中期夏季降水多偏少，为少雨干旱期；20 世纪 70 年代中期到 90 年代初期为多雨期；20 世纪 90 年代初期到 20 世纪末为干旱少雨期；21 世纪初呈现上升的趋势。

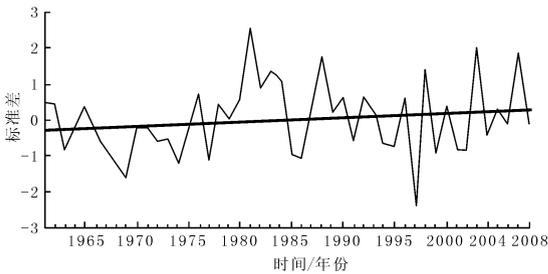


图2 陕西夏季降水量 EOF 第一模态时间系数图

2.2 突变分析

利用 Mann-Kendall 法对陕西夏季降水的第一时间系数进行突变检验。由 U_F 曲线可见，陕西夏季降水在 70 年代中期有明显的增多趋势，80—

90 年代的降水增多趋势达到 0.05 的显著性水平。 U_F 和 U_B 曲线的交点位置在 0.05 的显著性水平临界线之间，确定陕西夏季降水在 1977 年发生突变，突变前后有明显的增多趋势(见图 3)。

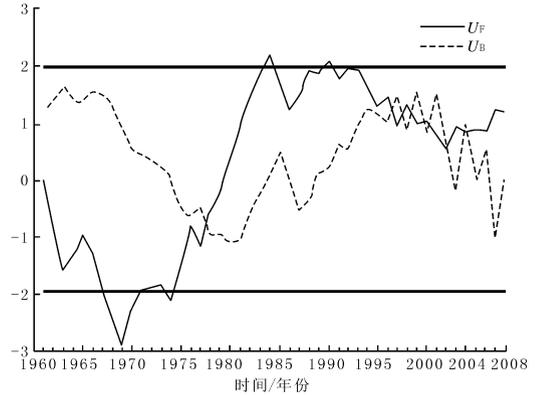


图3 陕西夏季降水 Mann-Kendall 统计量曲线

2.3 周期分析

用小波分析方法对 EOF 第一模态的时间系数进行周期分析，小波系数为正，表示处于多雨时期，反之处于少雨时期。等值线密集处，表明降水量的年际(或年代际)变化的振幅较大。从陕西夏季降水第一主成分的小波系数(见图 4)可看出，夏季降水量都存在几个不同尺度的周期，即降水量的变化是由不同周期振荡的叠加而成，其中短周期是在长周期气候变化背景上的振荡，

夏季降水在 1976 年、1988 年和 2001 年发生了三次转折, 1962—1976 年夏季降水为少雨时段, 1977—1988 年为夏季降水多雨时段, 1990 到 2001 年又进入了少雨时段, 之后又进入了多雨时段, 夏季降水第一主成分在长周期上存在 13 a 左右的周期变化, 在短周期上存在 3~5 a 的周期变化。

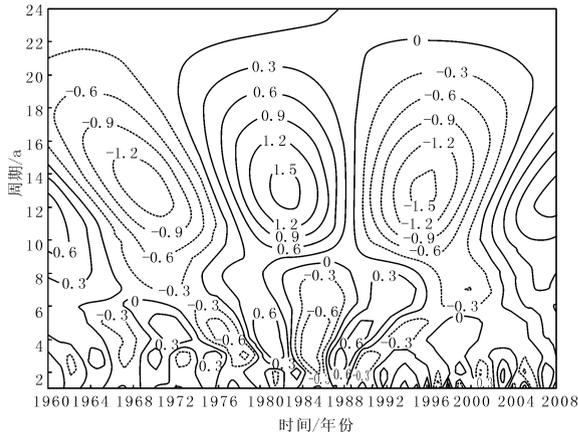


图 4 陕西夏季降水量 EOF 第一模态
时间系数小波变换实部

3 时间变化特征

采用文献 [9] 的计算方法对陕西各站夏季降水趋势进行分析。降水趋势系数的计算公式为

$$r_{xt} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(i - \bar{t})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (i - \bar{t})^2}}$$

式中 r_{xt} 为趋势系数, n 为年份序号, x_i 是第 i 年的降水量, \bar{x} 为样本均值, $\bar{t} = (n+1)/2$ 。对趋势系数做 t 检验, 在置信水平 $\alpha=0.05$, 样本 $n=48$ 时, 相关系数的临界值 $r_c=0.28$ 。若 $r_{xt} > 0$, 则序列 x_n 呈上升趋势; 反之则呈下降趋势。近 48 a 陕西夏季降水变化趋势 (见图 5) 为: 关中、陕南夏季降水为增多趋势, 陕北长城沿线夏季降水呈减少趋势。其中关中中部和陕南东部和南部增多显著, 通过了 95% 的显著性检验。

4 结论

4.1 EOF 分析表明陕西夏季降水主要表现为全

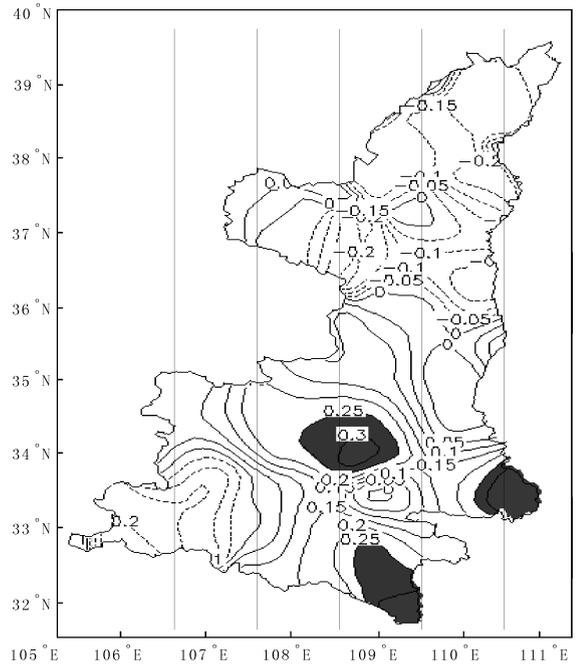


图 5 陕西夏季降水量的趋势系数
(阴影为通过 0.05 显著水平检验)

省一致型、南北反位相型, 中间多南北少型等典型场。

4.2 近 48 年陕西夏季降水整体呈增加趋势, M-K 检验显示陕西夏季降水在 1977 年前后存在由少到多的突变; 小波分析发现陕西夏季降水量存在 13 a 的周期和 3~5 a 的周期。

4.3 降水趋势分析结果显示陕西夏季降水主要表现为关中、陕南一致增多, 陕北长城沿线的减少, 其中关中中部和陕南东部、南部增多显著。

参考文献:

- [1] 黄嘉佑. 转动主分量分析在天气、气候分析中的应用 [J]. 气象, 1988, 14 (9): 47-51.
- [2] 吴洪宝, 李栋梁, 章基嘉. 中国冬季月平均气温异常的旋转 EOF 分析 [J]. 南京气象学院学报, 1995, 18 (3): 249-354.
- [3] 王晓春, 吴国雄. 利用空间均匀网格点对中国夏季降水异常区域特性的初步分析 [J]. 气象学报, 1996, 54 (3): 324-331.
- [4] 王越, 雷向杰, 栗柯, 等. 陕西沙尘暴时空变化特征与环流背景分析 [J]. 陕西气象, 2008 (4): 1-5.

文章编号: 1006-4354 (2012) 03-0018-04

近 50 年陕南、关中降水年际变化特征

王 晓 玲

(陕西省气象学会, 西安 710014)

摘 要: 利用陕西省陕南、关中 54 个气象站 50 a (1961—2010 年) 观测的日降水资料, 分析小区域降水年际变化特征, 结果表明: (1) 区域年降水以减少为主, 减少程度西部大于东部, 宁强、华山和略阳雨量减少最多。(2) 夏季降水以增加为主, 减少站集中在秦岭山上和区域西部, 降水向夏季集中倾向明显。(3) 日雨量 < 5 mm 小雨, 年雨量和雨日数减少趋势明显, 雨日数减少站占 96%, 镇安、丹凤、高陵减少最多; 雨量 ≥ 50 mm 暴雨, 年雨量和雨日数增加趋势明显, 集中在夏季, 镇巴、紫阳、镇坪夏季暴雨日数增加最多。即小雨减少暴雨增多, 暴雨灾害趋于严重。(4) 在降水变化中地形等局地作用明显, 是天气预报和研究气候变化应该考虑的因素。

关键词: 陕南; 关中; 降水变化; 地形作用

中图分类号: P426.6

文献标识码: A

20 世纪以来, 在全球变暖背景下, 相应降水变化倍受学者关注, 促进了我国相关研究工作。研究表明^[1-3], 中国夏季降水总体变化不明显, 但在年代际尺度上表现为华北与长江中下游呈空间反向特征; 即 20 世纪 60 年代处于“南旱北涝”, 80—90 年代处于“南涝北旱”。许多学者从东亚夏季风、赤道中东太平洋海温、冬季北极海冰、北极涛动、ENSO 影响、对流层中上层大气环流变化以及东亚区对流层上部温度变冷等不同角度^[2,4-8], 探讨外源强迫因子和大气环流变化对中国东部夏季风降水的影响, 研究形成机理。中国西北降水变化研究指出, 降水地域性强^[9], 东部与西部呈反相变化, 即西部降水增多、东部季风边缘区降水明显减少^[10-11]。施雅风等^[12]指出, 20 世纪 80—90 年代全球中高纬度大陆的大部分区域

降水量明显增加, 中国西北地区降水增加显著, 变暖变湿明显。受季风气候和秦岭等局地影响, 陕南、关中降水年内集中, 年际变化大, 暴雨的局地性强、突发性强、雨量大、频次高, 常引发山洪泥石流等地质灾害, 是防灾减灾重点区。因此, 深入研究该区域降水年际变化, 对提高地形降水科学认识、防灾减灾具有重要意义。

1 研究区域和资料

秦岭横亘于陕南、关中, 为北陡南缓的东西向山脉, 高出谷地 1 000~3 000 m, 主峰海拔高度 3 000 m 以上, 构成中高山、中山等复杂地形; 主峰以西分为三支, 由北向南山势渐低, 至汉中盆地边缘为低山丘陵, 地势起伏和缓, 谷地开阔; 以东山势逐渐递减, 在商洛地区山体呈掌状向东分开, 相间盆地、河谷。陕南、关中部分县(区)

收稿日期: 2011-12-29

作者简介: 王晓玲 (1963—), 女, 陕西安康人, 工程师, 主要从事气象科普与应用气象研究。

[5] 杨东宏, 李生袖. 延安市汛期降水的主分量分析 [J]. 陕西气象, 2005 (2): 12-14.
[6] North G R, Bell T L, Cahalan R F. Sampling Errors in the Estimation of Empirical Orthogonal Functions [J]. Monthly Weather Review, 1982, 110 (7): 699-706.

[7] 符淙斌, 王强. 气候突变的定义和检测方法 [J]. 大气科学, 1992, 16 (4): 482-493.
[8] 林振山, 邓自旺. 子波气候诊断技术的研究 [M]. 北京: 气象出版社, 1999: 24-425.
[9] 任国玉, 吴虹, 陈正洪. 我国降水变化趋势的空间特征 [J]. 应用气象学报, 2000, 8 (3): 322-330.