

基于小波分析研究关中盆地降水量周期变化规律

代 维 吴雨瑶 齐星圆 高振兴

中兵勘察设计研究院有限公司 北京 100053

【摘 要】本文收集关中盆地 1959-2006 年降水量实测数据,利用小波分析法对降水量周期变化进行研究分析,分别在取样周期为 1 和 3 时进行频率变化分析。结论为研究区降水量变化过程在大尺度上存在 20-23 年的周期,小尺度上存在 10-11 年的周期。

【关键词】关中盆地;降水量周期;小波分析

引言

降水量对农业、水利等涉及民生的行业是至关重要的因素,研究其变化周期将对灾害预防、水量调蓄、规划管理及决策制定提供一定的科学依据。目前国内外学者对降水量的周期变化做了很多研究工作[1],[2],[3],[4],取得了丰硕的研究成果,并在降水周期的预测方面已得到广泛认可。

1.项目区概况

关中盆地为三面环山、西窄东宽的盆地,盆地地势,西高东低南北向呈阶梯状向盆地低落。南倚峰峦迭障的秦岭,北部为舒缓起伏的北山。项目区属于暖温带半湿润气候区,年平均气温 12~13.6℃,年降水量为 550~660mm。受季风气候影响,降水主要集中在夏秋季的 7~9 月。由于这一地区处于较明显的双峰型雨型区,因而出现 7 月和 9 月降水量较大,8 月降水量相对较少的状况。

本次研究工作,根据收集到的关中盆地 1959-2006 年降水量实测数据,采用小波分析法,对于降水量周期变化情况进行相关研究。

2.小波分析

小波分析是在 Fourier 变换的基础上发展起来的,改良了 Fourier 变换只能分析信号不同的频率成分,不能分析出某种频率成分发生的时间这一弊端。小波分析的窗口面积不变,形状可变,会根据研究的需要自动调整时域和频域的大小。小波变换的成功在于引入了满足一定条件的小波函数 $\psi_{a,b}(t)$,其经过伸缩和平移得到一族函数:

$$\psi_{a,b}(t) = \frac{1}{\sqrt{a}} \int_{-\infty}^{\infty} f(t) \psi\left(\frac{t-b}{a}\right) dt, a, b \in R, a \neq 0$$

式中

$\psi_{a,b}$ 是分析小波;

a 为尺度因子,

b 为时间平移因子。

对于任意在实数域可积的函数 $f(t) \in L^2(R)$,其小波变换为:

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

$W_f(a,b)$ 为 $f(t)$ 在 (a,b) 处的小波变换系数。

对于一个长时间序列数据,可以通过小波变换寻找期周期性规律。因此,本次研究采用小波变换分析降水量的周期性特征。

3.分析结果

本次降水量预测模型采用的基础数据为研究区 1959-2006 年实测数据,历时变化曲线见图 1,数据共 48 个,基本满足小波分析所需的时间序列长度要求。

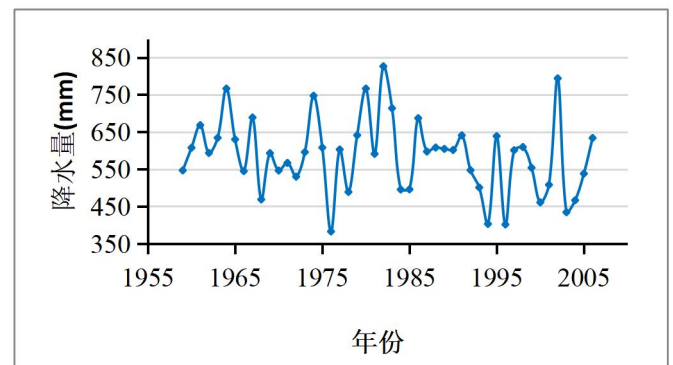


图 1 研究区 1959-2006 年降水量变化曲线图

绘制不同取样周期下的小波分析图,以了解不同取样周期时的小波图像反映出的降水周期的差别。当取样周期 $a=1$ 时,小波分析如图 2。图中时间序列从 1-48 分别代表 1959-2006 年。

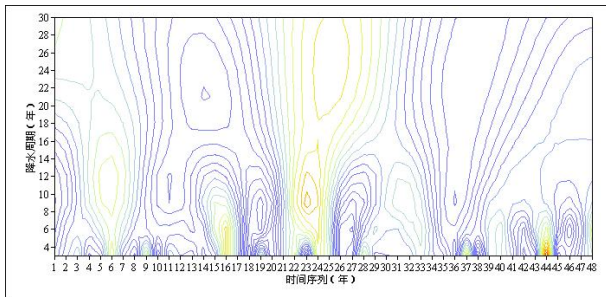


图2 取样周期为1时降水量小波分析图

根据小波变换的特点,可以从图谱中直接读出某一频率发生的时间。对于研究具有周期性变化的时间序列的小波变换图,图2上的曲线圈并数及密集程度代表着周期性变化的特征,闭合的曲线越多越密集,说明周期性特征越明显。

图中波形颜色从蓝—绿—黄—红代表降水量从大到小的变化趋势,即红色部分为降水量变化曲线的波峰,而两个波峰间的蓝色圈心代表降水量变化曲线的波谷。

从图2可以看出,在取样周期为1时,降水量变化过程是存在一定周期性的,整个过程中呈现波峰、波谷的交替变换。从大的尺度上来看,存在20-22年的周期,但规律性不是很强。从小的尺度来看,在降水周期为9-10年附近,存在一系列完整的闭合曲线,说明依据现有数据可以反映出降水变化存在10年左右的周期。

为准确判断降水变化的周期,绘制取样周期为3时的小波图像,取样周期的增大相当于对时间域的放大,对频域变化相当于放大镜功能,可以更清楚的看到周期的变化特征,如图3所示。

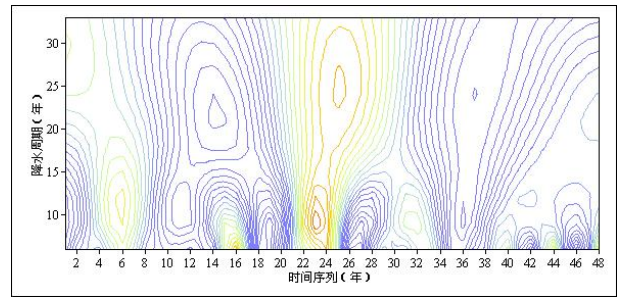


图3 取样周期为3时降水量小波分析图

图中曲线的颜色和闭合程度代表的意义同上,不再赘述。根据图3可以更加清楚的看到降水量变化过程中大尺度上存在20-23年的周期性,小尺度上存在10年左右的周期,且规律性较强。

4.结论

本次对研究区降水量周期变化规律以1959-2006年实测数据为基础,利用小波分析方法,得出研究区降水量变化在小尺度上以10-11年为周期,大尺度上以20-23年为周期。该研究成果不仅有利于为研究区未来构建水资源模型提供参数依据,同时对水资源开发利用等决策起到一定支撑作用。

【参考文献】

- [1]涂小萍,钱燕珍等.宁波市年降水量时空变化特征[J].气象科技,2006,03期.
- [2]赵勇胜,苏玉明,王翎红.城市垃圾填埋场地下水污染的模拟与控制[J].环境科学,2002,23(增刊):83-88.
- [3]孙思宇,梁秀娟,肖长来等.基于小波分析的吉林市降水量周期规律研究[J].节水灌溉,2017(10):56-60.
- [4]邱庆栋,章竹青,彭梦霜等.基于Morlet小波的长沙降水周期分析[J].低碳世界,