

# 谐波分析方法在旱涝趋势预报中的应用

王 斌 生

(咸阳市气象局·咸阳市·712000)

**摘 要** 应用谐波分析方法,把历史文字资料 and 现代观测资料,采用级别衔接的方法,做出干湿趋势预报。

**关键词** 谐波分析 旱涝趋势 预报

## Application of Harmonic Wave Analysis to the Long Term Forecast of Dryness/Wetness Trend

Wang Binsheng

(Xianyang Meteorological Bureau, 712000, Xianyang Municipality, Shaanxi Province)

**Abstract** Based on the historical material and modern observed data, the dryness/wetness trend have been forecasted by using the methods of harmonic wave analysis and class link.

**Keywords** harmonic wave analysis; dryness/wetness trend; forecast

对于旱涝的时间序列,在它的时间演变曲线变化上是复杂的,说明它包含有各种复杂的波动。根据谐波分析原理,任一时间序列都可以看作由一系列正弦波迭加而成。该文根据咸阳市历史旱涝级别序列,应用谐波分析原理,1990年作出了1994年的干旱预报,在农业生产中取得了显著的经济效益。现以泾阳、三原旱涝趋势预报为例,说明应用此方法的原理和计算过程。

### 1 历史文字资料 and 现代观测资料的衔接

咸阳市大部分县站是50年代末建成的,观测资料最长的也只有30多年,用小样本来研究长时期旱涝周期演变趋势,这是不可能的。只有恢复比较长的旱涝气候序列,才能进一步分析研究旱涝周期的演变趋势。本文通过查阅史料,对比分析,文字量化,初步建立了一个长达210年的旱涝级别气候序列,提供作周期分析、研究应用。

因为早期历史资料没有降水量的记载,只能根据灾情性质,出现时间,影响范围,严重程度等有关记载,通过判断量化出级别。对历史资料共分5个级别。即一级为大涝;二级为偏涝;三级为正常;四级为偏旱;五级为大旱。凡史料记载夏秋霖雨数十日以上,河水暴涨,房屋倾倒无数,夏大涝,秋大涝者可定为一级;凡记载春、夏、秋多雨或局地多暴雨者定为二级;一般春旱,冬旱及正常年份可定为三级;凡记载春大旱,冬春连旱,夏旱,秋旱之一者可定为四级;凡记载冬春连旱,或一年无雨,连年亢旱,赤地千里者定为五级。对现代观测资料也分为5个级别,便

于和历史资料进行衔接。根据中央气象台干旱、雨涝评定简表<sup>[1]</sup>对现代观测资料各级别规定如下:

一级大涝:年雨量偏多 40%以上,或一个月偏多 200%以上,2 个月偏多 100%以上,3 个月偏多 50%以上。(关键月)。

二级偏涝:年雨量偏多 20%~40%,或一个月偏多 100%~200%,2 个月偏多 50%~100%,3 个月偏多 30%~50%。(关键月)。

三级正常:年雨量在±20%之间,各月降水基本也达到正常。

四级偏旱:年雨量偏少 20%~40%,或一个月偏少 80%(关键月),连续 2 个月偏少 50%~80%,连续 3 个月偏少 40%~60%。

五级大旱:年降水量偏少 40%以上,或两个月偏少 80%以上,3 个月偏少 60%~80%。

这样通过级别处理的方法把历史文字资料 and 现代观测资料衔接起来,达到了计算分析的目的。

## 2 谐波分析数学模式

本文选用谐波分析矩型求和的方法<sup>[3]</sup>,计算了傅里叶系数,振幅及初位相,最后通过预报方程计算了拟合预报结果。计算公式如下:

### 2.1 计算傅里叶系数

$$a_0 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n x_i$$

$$a_k = \frac{2}{N} \sum_{i=1}^n x_i \cos \frac{2\pi k}{N} (t-1)$$

$$b_k = \frac{2}{N} \sum_{i=1}^n x_i \sin \frac{2\pi k}{N} (t-1)$$

$$(k = 1, 2, \dots, N/5) \quad (t = 1, 2, \dots, n-1)$$

### 2.2 计算振幅及初位相

$$A_k = \sqrt{a_k^2 + b_k^2}$$

$$\varphi_k = \operatorname{tg}^{-1} \frac{a_k}{b_k}$$

### 2.3 对谐波进行 F 检验

$$F_k = \frac{\sigma_k^2/2}{\sigma^2 - \sigma_k^2/(n-3)}$$

式中:  $\sigma^2$ ——序列方差;  $\sigma_k^2$ —— $k$ 波对序列方差的贡献;  $\sigma_k^2 = \frac{a_k^2 + b_k^2}{2}$ ; 每给定  $\alpha$ , 查  $F$  分布表得  $F_\alpha$  (第一自由度为 2, 第二自由度为  $n-3$ );  $F_k \geq F_\alpha$ , 谐波分量显著。

### 2.4 预报方程

$$\hat{x}_t = \frac{1}{2} a_0 + \sum_{k=1}^m A_k \sin \left( \frac{360k(t-1)}{N} + \varphi_k \right)$$

$m$  为通过  $F$  检验的波数。

## 3 计算结果

咸阳市共分 5 个旱涝级别序列, 每个旱涝序列谐波计算都是通过计算机完成的。现以泾

阳、三原点旱涝序列计算结果作以说明。

3.1 各周期振幅  $A_k$  计算结果

见表 1。

表 1 各周期振幅  $A_k$  计算结果

t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0		0.05	0.02	0.13	0.27	0.19	0.09	0.06	0.08	0.18
10	0.11	0.20	0.28	0.15	0.11	0.04	0.12	0.06	0.07	0.10
20	0.11	0.15	0.21	0.19	0.13	0.09	0.07	0.07	0.09	0.07
30	0.11	0.13	0.13	0.20	0.18	0.19	0.18	0.17	0.17	0.16
40	0.20	0.18	0.19							

3.2 通过 F 检验所选周期(t),振幅( $A_k$ )和初位相( $\varphi_k$ )

见表 2。

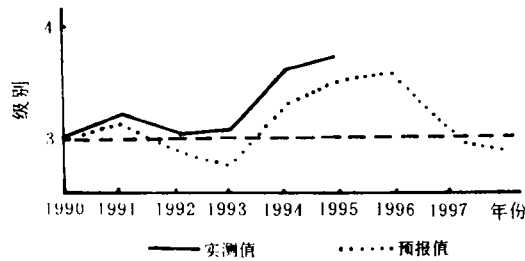
表 2 所选周期振幅及初位相

t	5	10	13	17	23	29	34	36	41
$A_k$	0.270 1	0.181 0	0.284 6	0.121 6	0.214 3	0.0951	0.205 2	0.198 8	0.206 2
$\varphi_k$	-15.4	125.3	-64.1	175.4	-21.0	147.4	-76.7	3.9	175.6

3.3 根据所选周期代人预报方程计算拟合预报

见附图。

拟合预报结果,基本上反映了实测值变化的主要特征。从 1990 年制作以来,经历了 5 年的验证,较准确地预报了 1994 年、1995 年的干旱,在农业生产中取得了明显的经济效益。



附图 拟合预报图

参 考 文 献

- 1 中央气象局气象科技情报研究所. 气象科技资料. 1978. 4
- 2 陕西省气象台. 陕西省自然灾害史料. 1976
- 3 黄嘉佑. 气象统计预报教材. 北京大学地球物理系气象专业