

# 湖南省建国以来粮食产量变化小波分析

张明阳<sup>1</sup>, 谢志仁<sup>2</sup>, 王克林<sup>1</sup>

( 1. 中国科学院亚热带农业生态研究所 410025 湖南 长沙 )

( 2. 南京师范大学地理科学学院 210097 江苏 南京 )

[ 摘要 ] 利用小波诊断技术对湖南省建国以来粮食产量变化进行了多时间尺度分析. 分析结果表明:建国以来湖南省粮食产量变化具有明显的 5 年、13 年和 27 年的特征时间尺度和相应的周期性变化特征,并且特征时间尺度有逐步增加的趋势,即湖南省的粮食产量变化渐趋稳定.根据小波方差分析发现湖南省粮食产量变化具有显著的 13 年和 27 年的主要周期,并以 13 年的周期尤为显著.综合三个时间尺度上小波系数的演变趋势发现,无论是大尺度还是小尺度上,湖南省仍即将进入粮食减产时期,并仍将持续几年.针对这一趋势,还提出了相应的建议,以期能确保湖南粮食安全.

[ 关键词 ] 湖南省 粮食产量 Morlet 小波

[ 中图分类号 ] F302.5, [ 文献标识码 ] A, [ 文章编号 ] 1001-4616( 2005 )01-0118-04

## The Morlet Wavelet Study on the Change in Grain Output in Hunan Province Between 1949 ~ 2002

Zhang Mingyang<sup>1</sup>, Xie Zhiren<sup>2</sup>, Wang Kelin<sup>1</sup>

( 1. Institute of Subtropical Agriculture, Chinese Academy of Science, 410025, Changsha, China )

( 2. School of Geographical Science, Nanjing Normal University, 210097, Nanjing, China )

**Abstract** The changes in grain output in Hunan province have been analyzed at multi-time scales with Morlet wavelet technique. The results show that the grain output has 5-year, 13-year and 27-year characteristic time scales and corresponding changes from the figures of the wavelet coefficients. At the same time, the time scales tend to become longer, which indicates that the changes in the grain output of Hunan province become stable step by step. The grain output has the 13-year and the 27-year main periods from the wavelet variances analysis, and the 13-year period is especially obvious. Whether at the bigger scale or at the smaller scale, the grain output in Hunan province seems to be decreasing in the recent years from the analysis of the figures of the wavelet coefficients and the corresponding suggestion have been put forward.

**Key words** Hunan province, grain output, Morlet wavelet

## 0 引言

湖南地处中亚热带,光、热、水等农业自然资源丰富,粮食生产的自然条件优越、生产水平较高,素有“鱼米之乡”的美称.粮食产量在全国居第 5 位,稻谷产量多年为全国之冠.粮食单位面积产量比全国平均数高出 1/4 以上,接近世界先进水平<sup>[1]</sup>.湖南粮食生产的可持续发展不仅关系到湖南 6 500 万人口的安居乐业,而且对全国粮食总量平衡有一定的支撑作用.然而近年来由于耕地面积减少、质量退化和气候趋于旱涝极端化,湖南省的粮食产量增产缓慢,粮食生产出现徘徊局面,人均粮食占有量呈下降趋势,粮食生产面临挑战.在这种背景下,对湖南省的粮食生产波动进行分析,研究粮食生产波动的周期,探索粮食生产的演变趋势,消除粮食波动的不利影响,实现粮食生产的平稳增长具有重要意义,并进而为湖南省制定正确

收稿日期:2004-07-28.

基金项目:中国科学院知识创新工程重点资助项目(kzcx2-sw-415).

作者简介:张明阳,女,1977—,助理研究员,主要从事生态、环境、资源的研究. E-mail: zmy\_1223@163.com

通讯联系人:谢志仁,1945—,教授,博士生导师,主要从事环境演变及其趋势预测的研究. E-mail: zrxieof@njnu.edu.cn

的粮食安全政策和保障湖南省粮食安全具有重要的意义。

粮食生产波动研究目前是社会各界关注的热点问题之一,并且取得了丰硕的成果<sup>[2-10]</sup>。粮食发展的历史过程实际上是各种类型、周期波动叠加的结果,波中有波,波外有波,粮食波动实际上是非线性、非平稳的<sup>[11]</sup>,具有多尺度特性,但是传统的数理方法却难以将粮食产量时间序列分解为多时间尺度,并且现有的研究主要局限在三、四年的短波上,对粮食生产波动的复杂性注意不够,因而不能全面客观地反映粮食产量变化的多尺度规律。而小波分析是近十年来发展起来的一种数学分析工具,在时域与频域上都具有良好局部化、多层次和多分辨的性质,从而把分析的重点聚焦到任意的细节,为我们研究粮食产量变化的多尺度规律与特征在不同时间尺度上的精细结构提供了良好的条件,同时对其未来的演变趋势也可以进行定性估计<sup>[12-19]</sup>。因此尝试利用小波诊断技术对粮食产量变化进行多时间尺度分析是可行和必要的。

本文以湖南省为例对粮食产量变化进行多时间尺度的分析,研究了湖南省建国以来粮食产量变化的多时间尺度特征及其周期性变化,同时还定性预测了湖南省粮食产量的未来走势,从而为确保湖南省粮食安全提供一定的参考,同时还提出了相应的一些建议。

## 1 湖南省粮食产量变化分析

### 1.1 资料

图1是湖南省1949~2002年的粮食年产量曲线,其中直线表示多年平均粮食产量。从图1可见,建国以来,湖南省的粮食生产从总体上是在波动中不断上升,但是幅度较小。

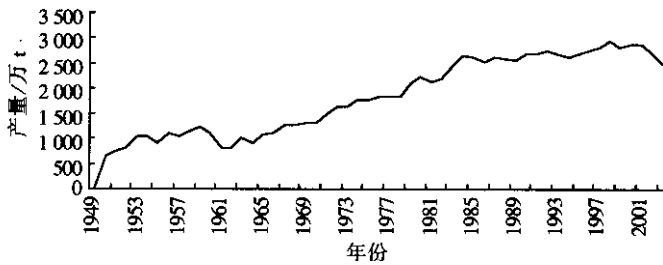


图1 湖南省粮食年产量曲线

资料来源《湖南统计年鉴2003》《湖南统计年鉴1990》

### 1.2 粮食产量的特征时间尺度和周期性特征分析

图2是对图1中湖南省1949~2002年粮食产量做 Morlet 小波变换得到的小波系数实部等值线图。图中的符号反映了振荡的位相,正(或负)中心值反映了不同尺度振荡的振幅最大值。其中正值对应着粮食产量偏多时期,而负值则对应着粮食产量偏少时期。波幅中心所在的周期长短也与粮食产量的偏多(少)期相对应。由图2可见多个特征时间尺度的周期变化特征,其中较明显的是5年左右和13年左右以及27年左右的特征时间尺度。

从图2可以看出,在5年左右的时间尺度下,除了60年代中期到70年代中期以及80年代中期到90年代中期表现为7年的特征尺度外,其它时间主要表现为5年特征尺度。对13年左右的时间尺度,在60年代以前,湖南省粮食生产较强烈地表现为11年左右的特征尺度,之后特征时间尺度逐渐增长,在90年代之前表现为非常明显的13年特征时间尺度,而90年代至今,表现出15年的特征时间尺度。而在更大的时间尺度也存在着明显的周期性,主要表现为27年左右的特征尺度。

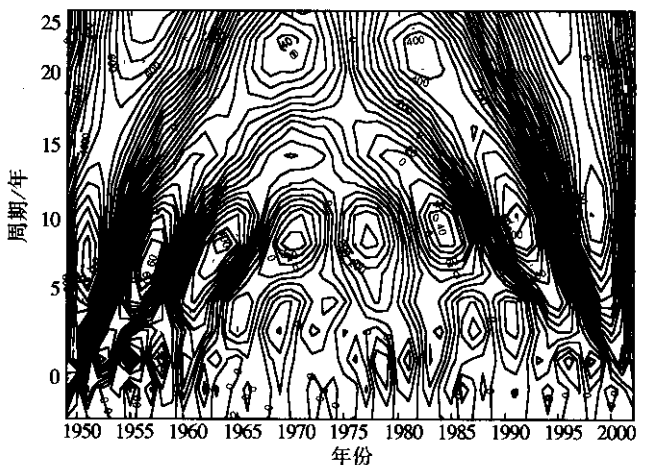


图2 湖南省粮食产量的 Morlet 小波系数实部等值线图

从以上分析可见,在不同的时段所表现出来的特征时间尺度有所不同。在60年代以前,主要表现为5

年、11年的特征尺度.在60年代到70年代中期,主要表现为7年、13年和27年的特征时间尺度,70年代中期到80年代中期,表现为5年、13年和27年特征尺度,80年代中期到90年代中期,主要为7年、13年和27年特征尺度,而从90年代末至今主要表现为5年、15年和29年的特征时间尺度.同时,在13年左右的特征时间尺度上,湖南省粮食产量的特征时间尺度由11年逐渐增加到13年左右,而在27年左右的特征时间尺度上,由27年左右增加到29年的特征尺度,这说明了湖南省粮食生产周期逐渐增大,也即粮食产量变化渐趋稳定.

为了便于分析5年、13年和27年这三个特征时间尺度的周期性变化特征,我们把它们提取出来(图3).

由图3可以看出,在5年特征时间尺度上,粮食产量变化比较频繁,建国以来大致经历了9个左右的转变周期即粮食偏多偏少时期,平均周期为6年左右.

而在13年特征时间尺度上,粮食产量变化经历了将近4个粮食偏多偏少周期的转换,平均周期约为13.5年.从该尺度上看湖南省粮食产量增减情况分布:40年代末到50年代中期为粮食生产较少的时期,50年代中后期粮食生产比较多,60年代初期到60年代中后期为粮食减产期,60年代末到70年代中期为粮食生产增产期,70年代中期到80年代初期转为粮食减产时期,80年代中后期为粮食产量丰收时期,而90年代中期以前为粮食增收时期,90年代中后期至今,粮食生产正处于减产时期.

在27年的时间尺度上,湖南省粮食产量变化大约经历了两个周期的变化,平均周期约为27年.在该尺度上看湖南省粮食生产情况分布:在60年代初期以前,湖南省粮食产量处于相对欠缺期;从60年代中期到70年代中期,湖南省粮食生产处于相对增收阶段,70年代中期至80年代后期湖南省粮食产量又出现减少,然后80年代末至今湖南省粮食产量处于增产时期.

### 1.3 粮食产量的小波方差分析

小波方差图反映了波动的能量随尺度的分布,可以用来确定一个时间序列中各种尺度扰动的相对强度,对应峰值处的尺度称为该序列的主要时间尺度即主要周期<sup>[5]</sup>,我们用它来分析湖南省粮食产量变化中的主要周期.

图4是粮食产量变化的小波方差图,图中横坐标为相应的周期,纵坐标为小波方差.由图4可以看出,图中有3个明显的峰值,分别对应着周期为5年、13年和27年,由此可见湖南省粮食产量变化存在着5年、13年和27年这三个主要的周期振荡,其中以13年和27年的周期性振荡最强.同时对比前面小波系数图的分析,可见粮食产量变化的特征时间尺度和主要周期是一致的.

### 1.4 粮食产量演变趋势预测

从图3小波系数的演变趋势可见,在5年时间尺度上,其平均周期为6年左右.小波系数目前正处于由波峰转向波谷的时期,即粮食生产将进入新一轮的减产时期,当然这里指的是3年内整体统计行为,我们并不排除其中的某些年份出现小增产.同样的,在13年时间尺度和27年时间尺度上,小波系数也正处于由波峰转向波谷的时期,也说明近几年内,湖南省粮食整体处于减产时期.三个时间尺度都叠加在一起,可以预见在未来的几年内,湖南省粮食产量减产情况将比较严峻,这一点希望能引起相关部门的重视.

由此可见,小波分析方法不仅能将粮食产量的不同特征时间尺度的变化特征和主要周期提取出来,还可以定性的预测粮食产量的未来演变趋势.然而由于小波分析也是一种变换技术,因此其结果是具有统计性质的,所有大于3年特征尺度的小波变换的趋势图,都是一种统计趋势预测,而不是一种实质性的预测

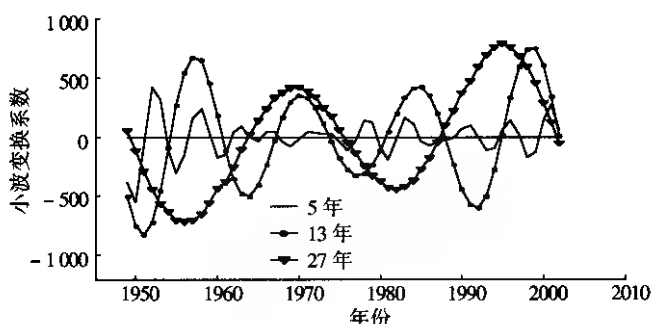


图3 湖南省粮食产量变化5年、13年、27年特征时间尺度小波变换系数

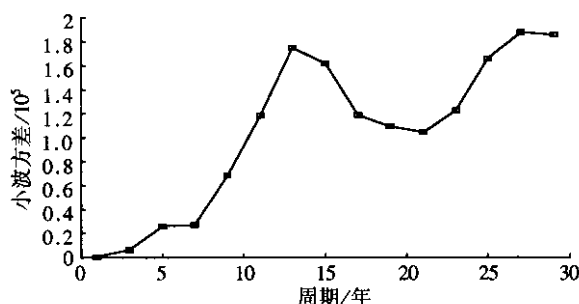


图4 湖南省粮食产量小波方差

(通常是指明年或下一年的),但是这一定性的趋势预测能为政府部门的正确决策提供一定的科学依据.

## 2 结语

在市场经济条件下,粮食价格是调节粮食产品供求的信号,当粮食产量供过于求时,必然导致粮食价格的下跌,从而挫伤粮农的生产积极性,而当粮食产量供不应求时,又将促进农民种粮的积极性,同时粮食价格的波动在一定程度上影响着粮食产量的波动.近年来为了保护农民的利益,稳定生产,提高农民种粮积极性,政府多次调高粮食收购价格,并开放粮食市场,从而使粮食价格波动对粮食产量波动影响的重要性更加凸现出来.然而我国粮食生产成本以平均每年10%的速度上升,粮食收购价格虽然有所上涨,但其幅度不如生产成本的增长幅度,这使得种粮只能是微利甚至出现亏本,粮农的积极性受到影响,并且中间环节多,依靠提高粮食价格来刺激粮食生产的弹性较小<sup>[20]</sup>.同时,影响粮食产量的因素很多,也很复杂,任何单个因素的波动所带来的结果都是复杂的,必然受到其它因素的制约.

为稳定粮食生产,确保湖南省粮食安全,必须从多方面加以保障:(1)在积极治理环境污染,努力改善农田生态环境的同时,采取多种措施保护耕地,稳定粮食播种面积,致力于粮源的开发,实现总量动态平衡;(2)加大农业科技投入,提高粮食单产;发挥湖南省粮食资源优势,适度调整粮食总量规模,发展优质杂交稻,优化粮食品种结构,满足社会多样化需求;(3)深化粮食购销体制改革,稳定粮食收购价格,降低生产成本,增强种粮比较效益,激发和调动粮农的生产积极性.

## [参考文献]

- [1] 唐承丽. 试论湖南可持续粮食生产的对策[J]. 中国人口·资源与环境,2000,10(专刊):108—109.
- [2] 朱玖. 粮食生产波动与1997年预测[J]. 中国农村经济,1997(4):43—48.
- [3] 曾玉平. 论我国粮食生产的波动及对策[J]. 中国粮食经济,1998(4):13—17.
- [4] 孙鹤,施锡铨. 制度变迁与粮食生产的长波[J]. 中国农村观察,2000(1):37—46.
- [5] 胡岳岷. 中国粮食生产波动周期解析[J]. 江汉论坛,2001(6):32—34.
- [6] 廖丹清. 转轨时期我国粮食生产量的波动及其原因[J]. 江汉论坛,2001(6):28—31.
- [7] 傅泽强,蔡运龙,杨友孝,等. 中国粮食安全与耕地资源变化的相关分析[J]. 自然资源学报,2001,16(4):313—319.
- [8] 曾希柏,陈同斌,胡清秀,等. 中国粮食生产潜力和化肥增产效率的区域分异[J]. 地理学报,2002,57(5):539—546.
- [9] 贡凤涛,康长进. 江苏粮食生产波动特征分析[J]. 农业信息探索,1999(3):14—18.
- [10] 刘阳. 江苏省粮食生产循环波动分析及预测[J]. 江苏经济探讨,1998(12):34—36.
- [11] 曾玉平. 中国的粮食生产波动[J]. 中国统计,1997(12):26—28.
- [12] 纪忠萍,谷德军. 广州近百年来气候变化的多时间尺度[J]. 热带气象学报,1999,15(1):48—55.
- [13] 林振山,鲍名. 气候多层次的趋势预报[J]. 热带气象学报,2001,17(2):188—192.
- [14] 石祥升,林振山. 华北地区旱—湿转变周期的动力研究[J]. 热带气象学报,2001,17(4):436—442.
- [15] 林振山,邓自旺. 气候诊断技术的研究[M]. 北京:气象出版社,1999.174—178.
- [16] 林振山,卞维林. 中国旱涝史料的层次分析[J]. 气象学报,1999,57(1):112—120.
- [17] 段学军. 长江流域粮食产量影响因素灰色关联分析[J]. 农业系统科学与综合研究,2000,16(1):30—34.
- [18] 张明阳,林振山,刘会玉. 我国西北地区干湿转换时间的研究[J]. 气象科学,2004,24(1):45—54.
- [19] 刘会玉,林振山,张明阳. 湖南汛期降水异常的时空分步特征研究[J]. 热带气象学报,2004,20(4):409—418.
- [20] 刘新平,王克林. 21世纪前期湖南粮食产业高效发展战略[J]. 农业现代化研究,2000,21(4):232—235.

[责任编辑 陆炳新]