

基于小波消噪法的河南省农民收入增长周期分析

白晓玉

(贺州学院 人文与管理系,广西 贺州 542899)

摘要:针对非平稳农民收入时间序列,采用 *dmev* 离散小波进行多层分解,应用 *Penalize* 类型软阈值分别对各层的高频分量进行消噪处理,经离散小波逆变换重构得到农民收入时序的趋势成分和周期成分。改革开放以来,农民收入分别以 1984、1999 两个波峰年以及 1992、2006 两个波谷年份为分界点,可划分为三个增长周期。农民收入在不同尺度上存在着持续时间分别为 3 年、8 年、15 年的短、中、中长周期波动,中长周期表现最为明显,居于主导地位,中周期的影响主要在近十年逐步变得清晰。无论是从收入增长的周期波动还是长期趋势角度看,今后一段时期内的农民增收形势都相对乐观。千方百计继续保持农民收入快速增长的长期趋势,应是今后的工作重点。

关键词:农民收入;增长周期;小波消噪;多尺度分析;河南

中图分类号:F318

文献标志码:A

文章编号:1674-2494(2014)05-0075-07

改革开放以来,我国农村经济多次遭遇各种内外部因素的冲击,如农业税费调整、农产品价格大幅波动、自然灾害、国际金融危机等。十八大和十八届三中全会继续重视促进农民收入持续较快增长,不仅有利于切实提高农民生活水平并扩大农村市场规模,而且对于缩小城乡差距和保持农村社会和谐稳定都具有重要意义。河南是我国最重要的农业和人口大省,农业人口众多,并且河南作为中原经济区建设的核心力量,“三农”问题始终是全面建设小康社会的焦点和难点。本研究以河南省作为研究对象,基于小波消噪法来探讨如何维持农民收入的增长周期。

一、研究对象

河南省正面临探索工业化、城镇化和农业现代化“三化”协调发展道路的重大历史使命,在国内具有十分典型的代表性,因此选择河南作为研究对象。由《河南统计年鉴》可得到农村居民家庭人均名义纯收入时间序列(单位:元),使用历年农村居民消费价格总指数进行调整,得到以 2000 为基期的历年实际收入(简记为 *inc*)。样本时期范围限定为 1978 年至 2012 年。其中 2012 年数据来自《河南省国民经济和社会发展统计公报》。

收稿日期:2014-06-25

基金项目:河南省政府决策招标项目“河南省适度经济增长区间研究”(2011B889)

作者简介:白晓玉(1977-),女,河南洛阳人,讲师,管理学硕士,主要研究方向为人力资源管理、供应链管理和农民经济等。

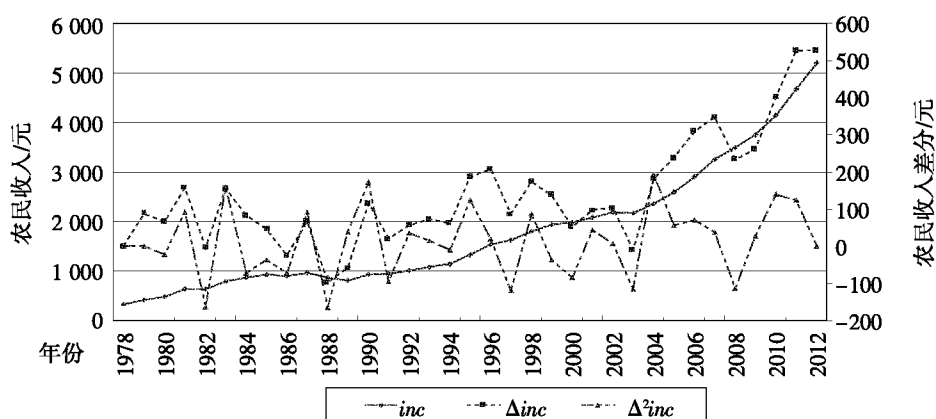


图1 农民人均收入及其差分时序

图1分别描绘了农民实际收入时序 inc 及其一阶与二阶差分 Δinc 、 $\Delta^2 inc$ 的变动情况。不难发现,前两者都具有明显的增长趋势,显然是非平稳的。

根据表1所示单位根检验结果, inc 服从 $I(2)$ 单位根过程。这初步表明农民收入的增长模式比较复杂,单纯的时域或频域分析都难以有效地把握其波动特征。小波分析的优势正在于其良好的时频局部性和多分辨率特性,尤其适合于分析非平稳时序的时变特征以及突变点检测^[1]。小波消噪分析基于 Matlab r2010b 小波工具箱完成。

表1 时序平稳性检验

变量	检验形式	统计量	伴随概率	是否平稳
inc	(c,t,0)	4.505 1	1.000 0	否
Δinc	(c,t,0)	-2.552 8	0.302 7	否
$\Delta^2 inc$	(0,0,0)	-7.695 4	0.000 0	是

注:检验形式(c,t,k)分别指检验方程中包含的截距项、趋势项以及滞后阶数,该项为0,则表示检验方程中无该项;最大滞后阶数为8,最优滞后阶数根据施瓦茨准则(Schwarz Criterion, SC)确定,采用 Mackinnon 临界值。

二、测量工具

1. 小波分解

小波分解的首要步骤就是选定合适的小波母函数,因此,本研究同样选用 dmey 离散小波母函数。小波分解的第二个步骤是确定合适的分解层数。为了减少计算量,通行的实用办法是对尺度参数采用幂级数方式进行离散化处理^[2],故此可对时序进行5层分解,其中重点关注尺度为 2^4 、 2^3 的波动分量。

显然,分解层数越多,就会有越来越多位于不同频带上的干扰信息被清除,从而就能越来越清晰地观察到时序被层层掩盖的本来面目,其趋势特征就越来越明显。但另一方面,分解层数增多,也意味着不仅数值计算量会大大增加,且误差也会不断积累,甚至最终会对信息质量造成另一种形式的“污染”或是“失真”^[3]。

第一层分解得到的近似成分 A1(实线)和细节成分 D1(虚线),如图2所示,分别对

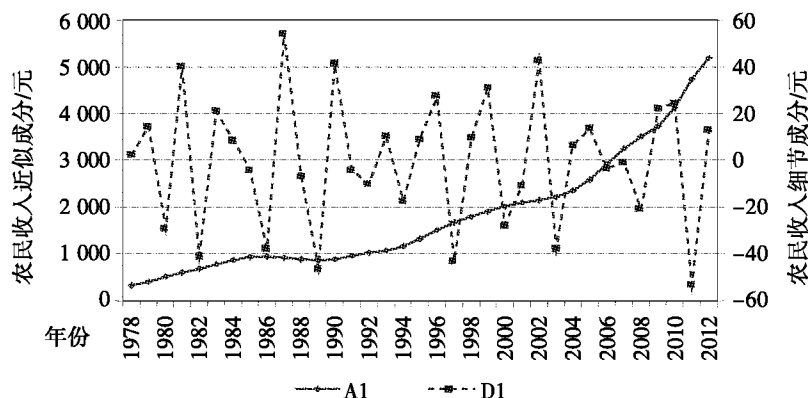


图2 第一层分解结果

应左侧和右侧纵轴。观察 D1, 正负值交替出现且幅值大体相当, 表明干扰冲击的影响的确是暂时的, 且未发现突变、间断点和变频等异常迹象。农民收入变动存在着持续期约为 3 年的短周期。与图 1 中的原时序 inc_t 相比, A1 因剔除了高频噪声而显得更为平滑, 但其趋势特征仍不明显, 原因在于可能还存在一些跨期低频干扰。为此, 有必要对 A1 实施进一步的分解。

第二层分解得到的低频近似成分 A2(左轴实线)和高频细节成分 D2(右轴虚线), 如图 3 所示。较之 A1, A2 因进一步消除了更多较低频带上的噪声干扰, 而显得愈发光滑, 趋势特征更为明显。值得特别留意的是 D2, 随着时间进展, 周期波动幅度有振荡加大的趋势, 2003 年之前的波幅取值范围大多位于 $[-50, 50]$ 区间, 此后急剧扩大到 $[-200, 200]$ 区间, 并且最近数年间, 这种波幅扩张的趋势仍未停止, 似乎变得越来越不稳定。这表明世界农产品价格波动、国内货币财政金融政策变化等不同类型的内外外部冲击, 对农民收入的影响程度逐步加大。农民收入存在着时长约为 8 年的中周期, 这与国内大约持续期限为 10 年的政治周期比较吻合。

第三层分解得到的低频近似成分 A3(左轴实线)和高频细节成分 D3(右轴虚线), 如图 4 所示。不仅 A3 较之 A2 更为光滑, 而且 D3 也呈现出更为明显的规律性。存在着持续期限约为 15 年的中长周期, 且最近周期的波幅稍有增大。

图 5 显示了第四和第五层的分解结果。在更大的尺度上, 不难发现农民收入还存在着持续时间约为 18 年的长周期, 但受样本容量限制, 目前还难以判断是否存在持续期更长的周期。

依据分解结果, 农民收入存在着诸如 A3 所示的长期非线性增长趋势, 且不同时期内的波动特征存在明显差异, 尤其是进入新世纪以来的上升趋势清晰可辨, 无论是增长速度还是持续性都前所未有; 此外, 还存在着如 D1、D2、D3、D4 所示的持续时间分别为 3 年、8 年、15 年、18 年的短、中、中长、长周期波动, 现实农民收入变动正是上述因素叠

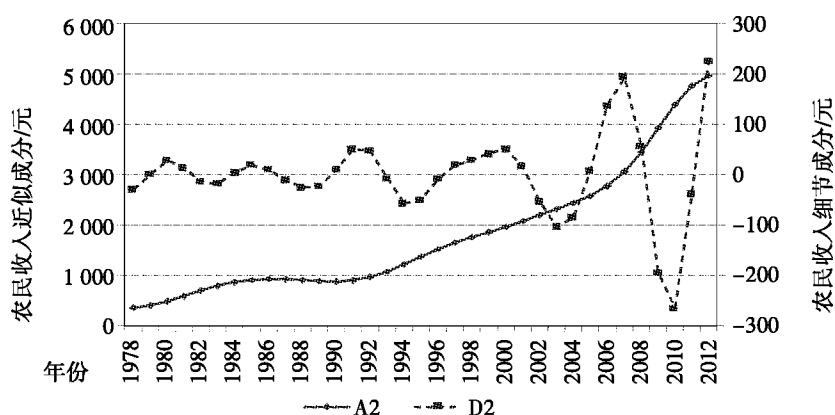


图 3 第二层分解结果

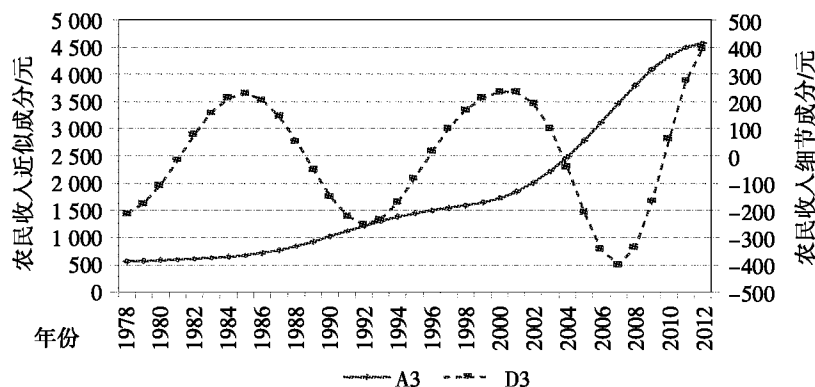


图 4 第三层分解结果

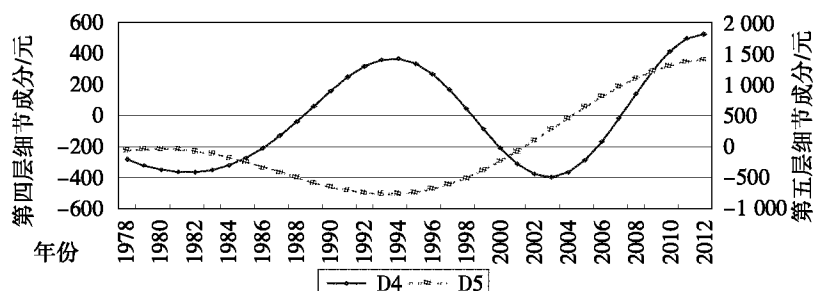


图 5 第四和第五层分解结果

加作用的综合结果。中长和长周期表现最为明显,中周期的影响主要在近十年逐步变得清晰。从中、长、长周期的波动位势特征角度,不难发现当前农民收入都处于各周期的上升阶段,并且都处于接近波峰的位置,这也说明近年来农民收入的快速增长极大地得益于各周期有利因素在短期内的叠加,不过令人担心的是,各周期随后极有可能会先后转入下降阶段。

2. 小波消噪

与纯频域滤波方法相比,小波消噪法并不简单地将高频信息一概认定为噪声,而是认为趋势和噪声都同时存在于不同频带上,即存在混频的可能。故而不能通过简单排除高频成分的方式清除噪声。小波分解时,趋势成分的能量经常集中于部分特定小波系数上,使得其取值较大,而噪声干扰成分则因能量分散而导致小波系数取值相对较小。因此,对时序进行小波变换时,尽管不同类型成分的频带可能会出现重叠,但仍可根据其波幅差异来完成分离任务。从图 2、图 3、图 4 易见,趋势成分和噪声成分的波幅及各自所占比重在不同频带上有所差异,故此较为合理的方式,是对不同层次的小波系数,分别设置各不相同的阈值。甚至对于同一层的小波系数,还可设定随时间改变的阈值,不过观察 D1、D2、D3,并未发现其波幅呈现出明显的阶段性差异,故不考虑设置时变型阈值。

与较简单的硬阈值处理方式相比,软阈值消噪方式具有较好的数学特性,不仅可以保证估计结果的光滑性,也可避免出现不必要的附加振荡,而且方法选择方面还有更大的灵活性。常用阈值计算规则有 7 种,计算得到的阈值取值见表 2 所示。

表 2 不同准则条件下的阈值

分解层次	Fixd form	Rigorous	Heuristic	Minimax	Penalize		
		SURE	SURE		high	mediun	low
1	70.444	70.444	70.444	70.444	70.444	70.444	68.896
2	216.431	74.203	74.203	120.373	142.514	84.502	68.896
3	834.607	834.607	834.607	834.607	142.514	84.502	68.896

显然,不同准则得到的阈值存在较大的差异。由于影响农民收入各类因素数量众多,且其影响程度及长短期效应各不相同,噪声干扰的形式相对复杂,为非白噪声。因此,选择 Penalize 类型阈值更为适宜。然而,过小的阈值必然导致过多的噪声干扰被不恰当地保留,过大的阈值则意味着较多的重要信息被滤除。因此,初步选定参数 68.896、84.502、142.514 分别作为 D1、D2、D3 层的阈值,小波消噪后得到周期成分。

依据图 6 所示结果,消噪效果并不理想,首先周期成分波动比较剧烈,曲线不平滑,这势必影响周期起止位置的正确判断;其次,1982、1989 两个年份存在一定程度的突变,出现尖峰现象,分别与其前后两年的波动趋势明显不同,此外,1987、1996、2003 各年也存在类似奇异点,只是波动要小许多。显然,此数年内可能存在着对农民收入产生过相对

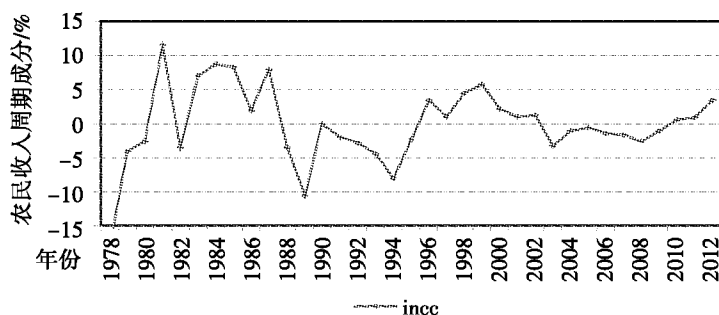


图 6 农民收入增长周期

持久影响的内外部冲击。刘荣利采用邹检验(Chow Test)方法发现 1990、1996、2003 年存在着高度显著的结构断点,认为时序在断点前后的不同历史时期具有明显不同的变化特征;并且与 HP 滤波结论相比较,小波分析得到的周期成分的波幅相差无几,但捕捉到的峰谷转折点数量却明显要更多^[4]。

为了消除奇异点对周期判断的不利影响,可考虑增加 D3 层的阈值取值。依据消噪后趋势成分的光滑性及其与原时序的相似性特征,最终选定参数 70.444、84.502、576.101 分别作为 D1、D2、D3 层的

阈值,此时可以得到较为满意的消噪效果。各层小波分解系数的统计信息如表3所示。

慎重起见,对不同阈值设定模式的消噪效果进行了综合比较,发现即便大幅度地改变阈值取值大小,多数情况下,用来划分周期起始位置的关键分界点年份都保持不变。

3. 时序重构

由于时序长度有限,且第四、五层分解结果与前三层非常相似,因此,主要根据时序 inc_t 经三层分解后得到的低频成分 A3,以及经阈值消噪处理的 D1、D2、D3,经逆离散小波变化重构得到趋势成分 inc_t^i ,如图7所示。

与图1中的原时序 inc_t 及图4中的 A3 相比,图7中趋势成分其波形的平滑性介于前两者之间。整体来看,经小波消噪后得到的趋势成分,较好地拟合了原时序的长期增长特征,呈现出明显的非线性长期增长趋势,尤其是自2006年以后的数年更是呈现出快速增长的良好态势,明显好于此前的任何历史时期(期间仅在2009年前后出现暂时波动,但很快就恢复了原有趋势)。

周期成分如图8所示。为了准确捕捉周期拐点,需消除量纲的影响,故将周期成分统一转化为相对当年趋势成分的偏离百分比。对比图6,周期成分显得更加光滑,区别就在于后者低频系数的阈值更大,从而滤去了低频噪声,此时,突变点变得不再明显。

三、农民收入增长周期与波动特征

考虑到有限长度时序的边缘数据不可靠,因此首尾端极值点不予考虑。据图8所示农民收入周期成分的变化特征,周期划分的关键分界位置分别为1984、1999两个波峰年,以及1992、2006两个波谷年。这与HP滤波法和BK滤波法得到的结论大致吻合。按照“谷—谷”周期划分方法,分别以1992、2006两年为分界点,农民收入自改革开放以来可划分为三个波动周期:第一个周期截止于1992年,大约持续14年;第二个周期是唯一可观察的完整周期,截止于2006年,持续14年;于2007年持续至今的新一轮周期,目前仅能观察到处于上升阶段的前半个周期。

观察比较三个周期,不难发现其整体呈现出明显的收敛特征。1984、1999两个波峰年的增长率依次降低,而与此同时,1992、2006两个波谷年份的增长率则依次上升,各周期内的收入波动幅度持续缩小。三个周期的持续时间长度基本保持不变,且与前文多尺度分析中D3层观察到的中长周期极为接近,这说明在影响农民收入的短、中、中长三类周期中,中长周期占据主导地位。各周期内上升阶段和下降阶段的波幅存在一定的非对称性,周期成分的正向波幅都明显大于负向波幅。处于上升阶段的年度数量与处于下降阶段的年度数量基本相等。这些都清楚地表明,时序呈现出明显的增长型周期特征,说明农民收入增长的可持续性逐步增强。

表3 各层小波系数统计摘要

分解层次	系数总个数	最大值	最小值	消噪后非零系数个数	非零系数占比/%
1	68	67.595	-70.444	2	2.941
2	84	485.941	-550.847	21	25.000
3	92	1 154.001	-1 536.898	28	30.435

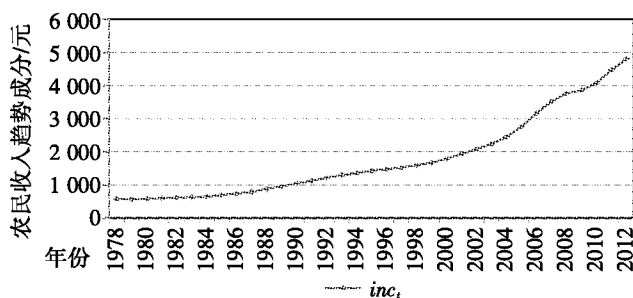


图7 小波消噪重构得到的趋势成分

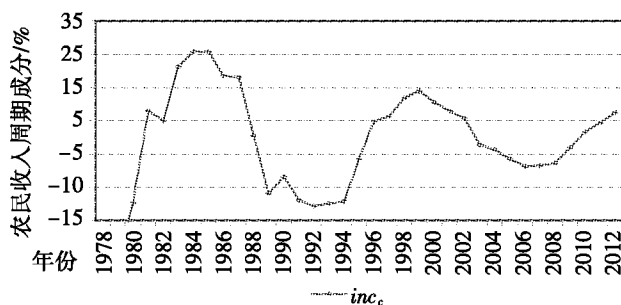


图8 农民收入增长周期

据图 8,当前农民收入仍处于周期波动的上升阶段,尽管其最终持续时间尚有待进一步确认,这与前文基于小波分解结果的多尺度分析结论完全一致。曹跃群等认为农民收入当前正处于由波峰向波谷的转折时期,预见未来数年内,农民收入在保持绝对值迅速增加的同时,增长率则呈现下滑的趋势^[9]。

四、结论

对于服从 I(2)单位根过程的非平稳农民收入时序,采用 dmey 小波进行多层分解,分别对各层的高频分量进行消噪处理,经小波逆变换重构得到农民收入时序的趋势成分和周期成分。通过实证分析发现:

第一,农民收入自改革开放以来分别以 1984、1999 两个波峰年以及 1992、2006 两个波谷年为分界点,可划分为三个周期;并且农民收入存在着持续时间分别为 3 年、8 年、15 年的短、中、中长周期波动,中长周期居主导地位,中周期的影响主要在近十年逐步变得清晰。这可能表明,影响农民收入波动的因素是多种多样的。现实农民收入波动正是这些不同周期分量叠加作用的综合结果。

第二,从收入增长的周期波动角度看,直至目前,农民收入仍处于新一轮增长周期的上升阶段,甚至从不同时间尺度看也都是如此,尽管其最终持续时间尚有待进一步确认;从收入增长的长期趋势角度看,农民收入更是处于前所未有的快速增长期。在两方面有利因素的合力影响下,今后一段时期内的农民增收形势相对乐观。主要不利因素在于,国内宏观经济自 2011 年下半年出现不稳定迹象,未来经济增长形势仍存在较大程度的不确定性。截至 2013 年,中央连续十年将一号文件的落脚点锁定于“三农”领域,集中体现了党和国家领导人追求城乡和谐发展的伟大理想与决心。虽然从农民收入的波动周期角度看,未来一段时期内的下降阶段不可避免,但尽力保持农民收入快速稳定增长的长期趋势,却不难办到,事实上在最近数年当中已经取得了巨大的成效。深入贯彻落实十八大精神,进一步加大强农惠农富农政策力度,千方百计促进农民收入持续快速增长,虽然仍有很多工作要做,但这也恰恰是中国的政治优势所在。

第三,相对于单纯的时域或频域分析方法,小波分析可以利用特有的多尺度分析工具,通过将周期成分进行频谱分离,将非线性和非平稳时序视为各种类型周期波动分量的叠加,从而有利于观察不同频率成分的时变特征以及相对重要程度。小波分析还具有数学意义上严格的突变点诊断以及趋势性分析能力^[6],其优势在于通过时频联合分析发现时序中存在的奇异点,不仅能够准确定位突变的具体发生时间,还能分析突变对时序波动的影响程度和期限。

第四,小波消噪法可以通过灵活的阈值选择程序,根据研究目的需要,在合意的水平上剔除位于不同频带上的噪声,包括各种具有短期或相对长期影响的突发性事件对时序的干扰,从而得以分析时序的真实周期变化特征。传统的谱分析方法大多认为噪声干扰仅仅存在于高频成分上,显然,事实往往并非总是如此,尤其是对于服从高阶非平稳过程的时序来说,出现低频噪声的可能性也很大。新兴转轨国家的经济数据难免平稳性差且往往表现出高随机波动性,此时,小波分析正好可以通过多尺度视角检测出奇异点^[7],然后通过灵活的阈值设置程序剔除其不良影响。

第五,除了 BN 分解方法之外,目前的大多数统计方法,都是将时序分解为趋势成分和周期成分之和^[8],噪声信息通常依据不同的规则进行分割之后,分别归入趋势成分和周期成分之中,此时必然导致两者之一或是两者同时都显得不够平滑,如果这种情况更多地体现在周期成分中,则肯定会影响到周期起始位置的准确判断。小波消噪法则要灵活得多,可以通过不同尺度上细节和近似分量的合理组合以及阈值消噪过程,将噪声信息按比例进行分割,此时时序被分解为趋势、周期和噪声三部分之和,并且不同步骤的分割比例都是可控的。小波分析方法对数据变化更为敏感,因此捕捉到的峰谷转折点数量明显要更多。这意味着,小波消噪法提供了适应性更广的实用框架,可供研究者灵活选择。当

然,过大的自由处置空间,却又如同一把双刃剑,可能也会给研究者过度“挖掘”甚至是“操纵”数据留下了可乘之机,导致小波消噪法被滥用。

参考文献:

- [1] 颜 磊,许学工,章小平. 九寨沟世界遗产地旅游流时间特征分析[J]. 北京大学学报:自然科学版,2009(1):171-177.
- [2] 李 成,王 彬,马文涛. 国际石油价格与通货膨胀的周期波动关系[J]. 统计研究,2010(4):28-35.
- [3] 谢 赤,张 丽,孙 柏. 外汇市场与股票市场间波动溢出效应——基于汇改后数据的小波多分辨率分析[J]. 系统管理学报,2012(1):13-21.
- [4] 刘荣利. 河南农民收入增长的波动周期[J]. 四川教育学院学报,2008(11):37-39.
- [5] 曹跃群,杨 婷,刘源超,等. 农民收入增长波动关系预测分析:基于小波变换[J]. 数理统计与管理,2009(4):611-617.
- [6] 赵文亮,贺俊平,贺 振. 河南省粮食生产变化的多尺度分析[J]. 河南大学学报:自然科学版,2012(6):732-735.
- [7] 董直庆,王林辉. 我国通货膨胀和证券市场周期波动关系——基于小波变换频带分析方法的实证检验[J]. 中国工业经济,2008(11):35-44.
- [8] 王少平,胡 进. 中国 GDP 的趋势周期分解与随机冲击的持久效应[J]. 经济研究,2009(4):65-76.

The Analysis of Farmers' Income Growth Cycle Based on Wavelet Denoising Method

Bai Xiaoyu

(Department of Humanities and Management, Hezhou University, Hezhou 542899, China)

Abstract: For non-stationary time series of farmers' income, this paper used dme y discrete wavelet to do multiple layers of decomposition, applied Penalize type soft threshold for high-frequency component of denoising of every layer. Clearly, discrete inverse wavelet transform reconstruction could reconstructed the timing of the trend component of farmers' income and cyclical components. Since the reform and opening up, farmers' income growth cycle can be divided into three, they were two peaks respectively in 1984, 1999 and 1992,2006 two years as a demarcation point troughs. Farmers' income at different scales existed duration of 3 years, 8 years, respectively, 15 years of short, medium and long-cycle fluctuations. Among them, the most obvious is long period. And what is more, the main impact of the cycle gradually become clear in recent years. Therefore, both the revenue growth from cyclical fluctuations or long-term trend perspective, farmers' income situation in the coming period are relatively optimistic. Do everything possible to maintain the income of farmers long-term trend of rapid growth should be the focus of future work.

Key words: farmers' income; growth cycle; wavelet denoising; multi-scale analysis; Henan

(责任编辑 韩云芷)