

Study on the Relationship between the Economic Cycle and the Electricity Demand Cycle

Jinan Zhang¹, Huiru Zhao¹, Fuqiang Li², Nana Li¹, Yuou Hu²

¹North China Electric Power University, Beijing

²North China Grid Company Limited, Beijing

Email: 1184859974@qq.com

Received: Nov. 15th, 2016; accepted: Dec. 3rd, 2016; published: Dec. 6th, 2016

Copyright © 2016 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

The relationship between electric power and economic development is accurately grasped, which can support the scientific basis for electric power development planning and electric power industry policy, and promote the sustainable development of electric power and economy. Using the theory of co-integration and spectrum analysis, this paper studies the periodicity of electric power and economic demand in North China, East China, Northwest China and Guangdong Province from 1990 to 2015. The results show that there is a long-term equilibrium relationship between the power cycle and the economic cycle in the typical regions. The developed regions have a long economic cycle with a long period of more than 10 years. Electric power development leads the economic development in all regions, and the power facilities in the economically developed regions are well developed. Demand cycle ahead of the economic cycle of the phenomenon is more significant.

Keywords

Economic Cycle, Electricity Demand Cycle, Co-Integration Analysis, Spectrum Analysis

典型区域经济周期与用电需求周期关系特征研究

张继南¹, 赵会茹¹, 李付强², 李娜娜¹, 胡娱欧²

¹华北电力大学, 北京

²国家电网华北电网有限公司, 北京

Email: 1184859974@qq.com

收稿日期: 2016年11月15日; 录用日期: 2016年12月3日; 发布日期: 2016年12月6日

摘要

探究电力与经济发展关系, 为电力发展规划和电力相关产业政策支撑科学依据, 推进电力与经济的可持续发展十分重要。文章利用协整理论和谱分析理论, 研究了1990~2015年华北地区、华东地区、西北地区和广东省电力与经济需求的周期关系。研究表明, 各典型地区电力周期与经济周期存在长期均衡关系; 发达地区经济周期较长, 具有10年以上的长周期; 各地区电力发展领先经济发展, 经济较发达地区电力设施完善, 其用电需求周期领先于经济周期的现象更为显著。

关键词

经济周期, 用电需求周期, 协整分析, 谱分析

1. 引言

电力工业是国民经济的具体体现和基础, 也是提高人民生活水平的保证。随着经济的发展, 电力行业在国民经济中的位置越来越重要。但从当前的供需形势来看, 我国电力工业与国民经济发展的不均衡现象仍然存在, 电力供应过剩的现象也暴露出我国经济与电力需求关系理论研究的不足。所以要研究在经济发展下的电力需求变化的特征, 和经济发展与电力需求的相互关系, 为电力需求分析和电力规划提供理论指导。华北地区、华东地区、西北地区和广东省作为我国经济发展的典型地区, 其经济与用电需求周期关系研究将对我国其它地区具有一定的参考和借鉴意义。

近年来, 国内国外相关学者对用电需求与经济周期之间的关系做了大量研究。仇伟杰、董双武利用协整分析和向量误差校正模型证明了我国用电需求与 GDP 之间具有长期均衡的关系, 并通过 Granger 因果关系检验证明了我国用电需求与 GDP 具有双向且长期稳定的因果关系[1]; 陈银峰在考虑到电力和经济序列数据的协整等特性后, 建立了向量误差修正模型和向量自回归模型两种电力需求与经济增长的关联动态模型, 对电力需求与经济间的动态平衡关系进行了较为合理的解释[2]; 杨淑霞将 H-P 滤波方法分析用于我国电力需求的周期成分分析, 将谱分析方法用于电力需求时间序列的频域分析, 然后根据周期成分采用聚类分析方法及相关分析方法对影响我国电力需求周期的主要力量和区域电力需求周期存在问题进行了研究[3]; 王悦介绍了谱分析方法的原理, 并运用此方法对美国 1930 年至 2009 年间的经济周期进行了研究[4]; 张兵用交叉谱分析方法对日本经济周期的波动与内需和外需的关系进行了研究[5]; 袁家海, 丁伟, 胡兆光使用 H-P 滤波方法分离 GDP 与电力消费的周期成分和趋势成分, 得到了电力经济的协整关系与经济的周期性波动有关这一结论[6]; 曾峒指出建立在严密的数学基础之上的谱分析是正确把握经济周期的固定长度、分析周期波动和预测经济发展趋势的一种有效的科学方法[7]; 刘金全, 刘志刚使用 ARMA 趋势平稳、时间趋势平稳、H-P 滤波、和状态空间分解等趋势分解方法, 对我国 GDP 增长率序列进行了趋势分解, 并对各种周期成分进行了对比检验[8]。Kihoon Lee 等人研究了能源消费与经济增长之间的因果关系[9] [10] [11] [12] [13]。

国内相关学者使用的研究方法主要包括协整分析、向量误差修正模型和向量自回归模型等。谱分析方法是时间序列看作互不相关的频率分量的叠加，通过分解研究各分量的周期变化，来揭示时间序列的频域结构并掌握时间序列的主要周期波动特征。频谱关系分析方法被广泛应用到经济周期与影响因素之间关系的分析中，而尚未应用到经济与用电需求关系研究中。谱分析方法通过衡量各周期分量的相对重要程度，找到序列中隐含的各主要周期分量，从而为说明经济与电力需求波动间的关系研究提供依据。因此，用频谱分析方法研究经济周期与电力需求间的波动问题具有一定优势。

因此，为研究华北地区、华东地区、西北地区和广东省的经济与用电需求周期关系，本文基于 H-P 滤波分解分析，结合 4 个典型地区经济发展水平，探讨各典型区域经济周期与用电需求间的相互关系。在此基础上，为 4 个典型地区的电力需求分析提供方法指导。

2. 理论基础

2.1. 协整理论

协整的定义可以表述为：如果序列 $X_{1t}, X_{2t}, \dots, X_{kt}$ ，都是 d 阶单整的，存在向量 $\alpha = [\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_k]$ ，使 $Z_t = \alpha X_t' \sim I(d-b)$ ，其中 $b > 0$ ， $X_t = [X_{1t}, X_{2t}, \dots, X_{kt}]^T$ 则认为序列 $X_{1t}, X_{2t}, \dots, X_{kt}$ 是 (d, b) 阶协整的，记为 $X_t \sim X_I(d, b)$ ， α 为协整向量。

对于多变量之间的协整检验，使用 Johansen 检验方法分析。它是以向量自回归模型为基础，把一个求极大似然函数的问题转变成一个求对应特征向量和特征根问题。这种方法将协整检验拓展到存在多个协整向量的情况[12]。使用 Trace 统计量能检验出变量之间的协整关系是否存在，还能确计算出变量之间协整关系的个数，本文采用 Johansen 检验方法。

2.2. 谱分析

谱分析法，即频域分析法是将时间序列看作由多个不同频率的规则波(正弦波或余弦波)相互叠加而成，将不同频率波的方差大小在频域上进行比较，通过研究和比较各个分量的周期变化，揭示出时间序列的频率结构，掌握其主要波动特征，从而找出波动的主要周期[14]。包括相位谱分析、单谱分析、交叉谱分析。

(1) 单谱分析

单谱分析即单个谱分析，谱估计某个经济时间序列剔除季节和趋势因素后的循环项，在估计出的谱密度函数中找出序列里存在的主要频率分量，从而掌握这个序列的周期波动特征。

基于谱分析方法的基本原理，一般可以用傅立叶级数拟合具有平稳随机过程的时间序列 $Y_t (t=1, 2, \dots, N)$ ，即：

$$y_t = A_0 + \sum_{i=1}^n (A_m \cos 2\pi mt/N + B_m \sin 2\pi mt/N) + \varepsilon_t \quad (m=1, 2, \dots, n) \quad (1)$$

式中， N 为样本容量， $t=1, 2, \dots, N$ 为时间指数；且 $N=2n$ ， $m=1, 2, \dots, n$ ；样本容量的倒数为频率 $1/N$ ； m/N 为以 $1/N$ 为基波的第 m 次谐波； ε_t 为随机误差项。

傅立叶级数拟合方程的系数、谱密度和周期长度分别表示为：

$$A_m = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N X_t \cos 2\pi mt/N \quad (m=1, 2, \dots, n) \quad (2)$$

$$B_m = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N X_t \sin 2\pi mt/N \quad (m=1, 2, \dots, n) \quad (3)$$

$$I(fm) = N(A_m^2 + B_m^2) \quad (m = 1, 2, \dots, n) \quad (4)$$

周期长度为:

$$\max \left\{ N[A_m^2 + B_m^2] \rightarrow N, N[A_m^2 + B_m^2] \rightarrow \frac{N}{2}, \dots, [A_m^2 + B_m^2] \rightarrow \frac{N}{n} \right\} \quad (5)$$

(2) 交叉谱分析

通常使用谱分析方法在经济时间序列中确定变量的周期, 多个经济时间序列之间使用交叉谱分析, 用来评估各序列自身的周期性变化和序列之间波长相关性程度、位相和一致性, 指标之间的领先与滞后关系也基于交叉谱分析得到。

设 $\{Y_t\}_{t=-\infty}^{\infty}$ 为一个协方差平稳过程, 均值为 $E(Y_t) = \mu$, 且其第 k 阶自协方差为:

$$\gamma_k = E[(Y_t - \mu)(Y_{t-k} - \mu)] \quad (6)$$

假定这些自协方差具有绝对可加性, Y_t 的总体谱为:

$$s_Y(\omega) = \frac{1}{2\pi} \sum_{k=-\infty}^{\infty} \gamma_k \cdot e^{-i\omega k} = \frac{1}{2\pi} \sum_{k=-\infty}^{\infty} \gamma_k [\cos(\omega k) - i \cdot \sin(\omega k)] \quad (7)$$

其中, ω 是实数。总体谱函数和自协方差序列都含有同样的信息, 总体谱下的面积便是 Y_t 的无条件方差协方差, 参见(式 8)。

$$\int_{-\pi}^{\pi} S_Y(\omega) e^{i\omega k} d\omega = \gamma_k \quad (8)$$

设 Y_t 为一个协方差平稳的 $(n \times 1)$ 向量过程, 均值为 $E(Y_t) = \mu$, 且其第 k 阶自协方差为:

$$\Gamma_k = E[(Y_t - \mu)(Y_{t-k} - \mu)'] \quad (9)$$

假设自协方差矩阵序列具绝对可加性, 则它的多元总体谱为:

$$s_Y(\omega) = \frac{1}{2\pi} \sum_{k=-\infty}^{\infty} \Gamma_k \cdot e^{-i\omega k} \quad (10)$$

多元谱 $s_Y(\omega)$ 主对角线上的元素 $s_{11}(\omega), \dots, s_{mm}(\omega)$ 都为实数, 称之为自谱, 即其中第 j 个主对角线元素是 y_{j_t} 的自谱; 对角线以外的元素 $s_{jk}(\omega), j \neq k$, 称之为交叉谱, 若 $n = 2$, 则为二元平稳时间序列的交叉谱, 也叫作互谱。

通常交叉谱不会是实数, 而是复数, 令

$$s_{jk}(\omega) = c_{jk}(\omega) - i \cdot q_{jk}(\omega) \quad (11)$$

其中, 余谱为实部 $c_{jk}(\omega)$, 积谱为虚部 $q_{jk}(\omega)$ 。 y_j 与 y_k 在频率 ω 处的余谱可解释为 y_j 与 y_k 的协方差, 可归因于频率为 ω 的周期部分。

可以用极坐标的形式表示交叉谱, 极坐标的振幅, 也叫作增益, 为:

$$R(\omega) = \sqrt{(c_{jk}(\omega))^2 + (q_{jk}(\omega))^2} \quad (12)$$

相位谱(phase spectrum), 也就是极坐标的角度, 两个序列中对应频率分量相位变化的均值用相位谱表示, 用相位谱反映序列间各频率分量的相位差的领先或滞后关系, 通常限定在区间 $[-\pi, \pi]$ 内。

y_j 对 y_k 的相位谱表示为:

$$\text{phase}(\omega) = \arctan\left(-\frac{q_{jk}(\omega)}{c_{jk}(\omega)}\right) \quad (13)$$

$\text{phase}(\omega)/\omega$ 表示领先或滞后的时间, 如果 $\text{phase}(\omega) > 0$, 则表示 y_j 领先 y_k , 否则表示 y_j 滞后 y_k 。用总体凝聚函数(coherency)表示 y_j 和 y_k 之间的一致性 or 相关性, 其定义为:

如果 $s_{jj}(\omega) \cdot s_{kk}(\omega) \neq 0$,

$$\text{ch}_{jk}(\omega) = \frac{|s_{jk}(\omega)|^2}{s_{jj}(\omega)s_{kk}(\omega)} = \frac{(c_{jk}(\omega))^2 + (q_{jk}(\omega))^2}{s_{jj}(\omega) \cdot s_{kk}(\omega)} \quad (14)$$

若 $s_{jj}(\omega)s_{kk}(\omega) = 0$, 便定义 $\text{ch}_{jk}(\omega) = 0$ 。

只要 y_j 和 y_k 是协方差平稳, 并且自协方差矩阵表示为绝对可加, 则对所有的 ω , 有

$$0 \leq \text{ch}_{jk}(\omega) \leq 1 \quad (15)$$

凝聚 $\text{ch}_{jk}(\omega)$ 的数值如果比较大则表示两个时间序列有频率为 ω 的重要共同周期, 相当于时域分析中相关系数的平方。

若确定 y_j 的波动是由于 y_k , 便可计算由 y_k 到 y_j 的传递函数:

$$0 \leq h(e^{-i\omega}) = \frac{s_{jk}(\omega)}{s_{kk}(\omega)} \leq 1 \quad (16)$$

式中, 假定 $s_{kk}(\omega)$ 非零。当 $s_{kk}(\omega)$ 为零时, 令 $h(e^{-i\omega}) = 0$ [15]。

(3) 相位谱分析

交叉谱分析中比较重要的指标包括相干谱和相位谱。一般来说, 二元平稳序列 X_t 和 Y_t 的交叉谱密度函数 $C_{xy}(\omega)$ 是复函数, 设 $C_{xy}(\omega)$ 的实部和虚部分别为 $a_{xy}(\omega)$ 和 $b_{xy}(\omega)$, 则其实部 $a_{xy}(\omega)$ 反映两个时间序列的同相频率分量的相关性, 称为余谱, 其虚部 $b_{xy}(\omega)$ 反映两个时间序列的异相频率成分的相关性, 称为正交谱。用复数的极坐标表示交叉谱密度函数 $C_{xy}(\omega)$ 如下:

$$C_{xy}(\omega) = S_{xy}(\omega) \exp\{2\pi\phi_{xy}(\omega)\} \quad (17)$$

式中 $S_{xy}(\omega)$ 为交叉振幅谱, 等于正交谱平方与余谱平方之和的平方根, 即 $S_{xy}(\omega) = \sqrt{a_{xy}^2(\omega) + b_{xy}^2(\omega)}$, 交叉振幅谱可以反映出两个序列各频率分量在振幅部分的相互关系。

为消除所考察序列本身量值大小对交叉振幅谱的影响, 需要对交叉振幅谱进行标准化处理, 即:

$$\phi_{xy}(\omega) = \frac{S_{xy}(\omega)}{\sqrt{p_x(\omega)p_y(\omega)}} = \frac{\sqrt{a_{xy}^2(\omega) + b_{xy}^2(\omega)}}{\sqrt{p_x(\omega)p_y(\omega)}} \quad (18)$$

式中 $p_x(\omega)$ 和 $p_y(\omega)$ 分别为序列 X_t 和序列 Y_t 的谱密度函数。相干谱为经标准化后的交叉振幅谱 $\phi_{xy}(\omega)$, 反映出两个序列周期在频域上的相关性, 其取值范围为 $[0, 1]$, 取值越接近 1, 则表示两个序列在频率 ω 处相关性越大。

相位谱为交叉谱密度函数中的 $\phi_{xy}(\omega)$, 可表示为:

$$\phi_{xy}(\omega) = \arctan\left[-\frac{b_{xy}(\omega)}{a_{xy}(\omega)}\right] \quad (19)$$

相位谱分析能反映两个序列周期在各频率上的相位差, 即两个序列在时间上的领先和滞后关系。

3. 典型区域经济周期与用电需求周期的关系分析

3.1. 变量选取与数据来源

本文以地区经济生产总值和全社会用电量时间序列的 HP 滤波周期成分为分析对象, 对经济周期与电力需求周期关系进行研究。原始数据选取 1990~2015 年华北地区、华东地区、西北地区和广东省 GDP 和全社会用电需求数据, 数据源自 1991~2016 年的《中国统计年鉴》和《中国电力年鉴》。

3.2. 典型区域经济周期与用电需求周期的频谱关系分析

3.2.1. 典型区域经济周期与用电需求周期长期均衡分析

时间序列具有平稳性是进行谱分析的前提条件, 利用 EVIEWS6.0 通过 ADF 单位根检验方法对各典型区域年度 GDP 的 H-P 滤波分解所得的周期成分序列和全社会用电需求 H-P 滤波分解所得的周期成分序列的平稳性进行单位根检验。各典型地区年度 GDP 的周期成分序列和年度全社会用电需求周期成分序列在 1% 的显著性水平下均为平稳序列。对原始数据进行 H-P 滤波分解, 得出其周期成分。

根据 VAR 模型的检验结果, 根据 AIC 和 SC 准则判断可知模型的最优滞后阶数为 2, 将各典型区域 1991~2015 年全社会 GDP 与用电需求周期成分 2 个变量的时间序列带入 Eviews 6.0 中进行变量的协整关系检验, 以华北地区为例, 输出结果如表 1 和表 2 所示。

Johansen 协整检验结果表明在 5% 的显著性水平下, 1991~2015 年的样本区间内, 迹检验和最大特征根检验结果说明各典型区域全社会用电量的周期成分与地区生产总值的周期成分之间存在协整关系。

3.2.2. 典型区域经济周期与用电需求周期谱分析

使用 SPSS20.0 对华北地区、华东地区、西北地区和广东省年度 GDP 周期成分序列和年度全社会用电需求周期成分序列进行谱分析可知:

(1) 各典型区域单谱分析表如表 3 所示, 4 个典型地区 GDP 与用电需求存在一定程度的差异性。从经济发展来看, 经济发达地区经济周期普遍较长, 如广东省、华北地区和华东地区等, 均在 10 年以上; 而经济正处于发展期的地区经济周期则较短, 如西北地区的经济周期为 5 年。说明各地区经济在发展阶段波动更为频繁, 当经济发展水平达到一定的阶段, 其波动周期跨度逐渐变大, 经济发展逐步趋于平稳。

(2) 各典型地区全社会用电需求周期成分序列与 GDP 周期成分序列在频率为主谱峰频率处的相干谱均为 1, 表明 4 个典型地区经济周期的波动与用电需求周期的关系非常密切。

(3) 典型区域存在用电需求周期领先于经济周期的现象, 如表 4 所示。经济发达地区的电力发展领先经济发展的现象比经济发展处于上升期的地区更为显著, 例如广东省、华东地区和华北地区用电需求周期领先于经济周期均在 1 年以上, 而西北地区用电需求周期领先于经济周期 0.21 年。反映西北地区和其他 3 个典型地区相比电力投资相对不足。

(4) 由于 4 个典型地区的经济与用电需求存在不同程度的差别, 各地区用电需求也有各自特点, 部分地区用电需求周期领先于经济周期时间较长。以广东省和华东地区为例, 由于国家的政策导向问题, 使这两个地区经济发展迅速, 用电需求会随着经济的发展而飞速发展。

Table 1. JJ test results (trace test)

表 1. JJ 检验结果(迹检验)

零假设: 协整关系个数	特征值	迹统计量	0.05 临界值	置信概率
无*	0.517162	24.89511	15.49471	0.0014
至多一个*	0.298350	8.149379	3.841466	0.0043

Table 2. JJ test results (maximum characteristic root test)**表 2.** JJ 检验结果(最大特征根检验)

零假设: 协整关系个数	特征值	最大特征根统计量	0.05 临界值	置信概率
无*	0.517162	16.74573	14.26460	0.0199
至多一个*	0.298350	8.149379	3.841466	0.0043

Table 3. Comparison of the single spectrum analysis of the typical regional economic cycle**表 3.** 典型区域经济周期成分单谱比较分析表

地区	主谱峰频率	谱密度	主周期波动长度
华北地区	0.080276	0.002739	12.46
华东地区	0.080276	0.004579	12.46
西北地区	0.199678	0.000391	5
广东省	0.07925	0.014222	12.6

Table 4. Comparison of typical regional economic and power cycle components phase spectra**表 4.** 典型区域经济与电力周期成分相位谱比较分析表

地区	频率	相位谱	用电需求周期领先于经济周期
华北地区	0.080276	0.696076	1.38 年
华东地区	0.080276	0.772161	1.53 年
西北地区	0.199678	0.269654	0.21 年
广东省	0.07925	0.820445	1.54 年

4. 结论与建议

本文提出运用频谱分析方法来研究典型区域经济与用电需求之间的周期关系,经频谱分析结果分析得到以下结论:

(1) 通过单谱分析可知,华北地区、华东地区、西北地区和广东省经济与用电需求周期根据不同的经济发展水平呈现不同波动周期,经济发展水平较高的地区主周期的波动长度较长且均在 10 年以上,经济发展水平较低的地区主周期的波动长度较短。

(2) 由交叉谱分析可以分析出华北地区、华东地区、西北地区和广东省 4 个典型地区经济周期的波动与用电需求周期的关系非常密切。

(3) 相位谱分析可以反映出典型区域存在用电需求周期领先于经济周期的现象,且电力设施完善的经济发达地区用电需求周期领先于经济周期的现象较电力发展不足的经济落后地区更为显著。

根据上文分析可以看出经济周期与用电需求周期不只是简单的线性关系。在制定电力发展规划时,我们需要通过对经济发展水平、用电需求结构发展变化以及经济能源政策变化等的分析,来探究并满足新的电力需求。对经济发展水平较高地区进行中长周期电力规划时,需要综合考虑电力需求增长的主要因素,采用科学合理的电力规划方法,形成动态的中长期电力发展规划。对经济发展水平较低的地区进行电力发展规划时,需要衡量计划期内各种因素的波动变化及影响结果,从而对电力需求趋势发展及周期波动进行客观准确的预测。因此,在制定经济和电力发展规划时,需要考虑经济社会和电力消费高速发展的可能性,适时调整经济和电力规划方案,确保经济与电力协调发展。

基金项目

国家自然科学基金项目资助(71373076); 国家电网公司科技项目资助(SGHB0000DKJS1400116); 中央高校基本科研业务费专项资金资助。

典型区域及华北各省市经济周期特征比较分析; 国家电网公司科技项目。

参考文献 (References)

- [1] 仇伟杰, 董双武. 电力消费与其相关因素计量经济分析[J]. 中北大学学报: 自然科学版, 2007(2): 151-155.
- [2] 陈银峰. 电力需求与经济关联关系研究[D]: [硕士学位论文]. 上海: 上海交通大学, 2010.
- [3] 杨淑霞. 中国电力需求周期演变规律及转折点研究[D]: [博士学位论文]. 北京: 华北电力大学, 2006.
- [4] 王悦. 谱分析方法及其在经济周期研究中的应用[J]. 财经科学, 2011(11): 34-43.
- [5] 张兵. 日本经济周期波动影响因素的交叉谱分析[J]. 经济纵横, 2012(6): 23-33.
- [6] 袁家海, 丁伟, 胡兆光. 电力消费与中国经济发展的协整与波动分析[J]. 电网技术, 2006, 30(29): 10-15.
- [7] 曾晓. 经济周期与谱分析研究[J]. 贵州财经学院学报, 1999(3): 43-46.
- [8] 刘金全, 刘志刚. 我国 GDP 增长率序列中趋势成分和周期成分的分解[J]. 数量经济技术经济研究, 2004(5): 94-99.
- [9] Oh, W. and Lee, K. (2004) Causal Relationship between Energy Consumption and GDP Revisited: The Case of Korea 1970-1999. *Energy Economics*, **26**, 51-59. [https://doi.org/10.1016/S0140-9883\(03\)00030-6](https://doi.org/10.1016/S0140-9883(03)00030-6)
- [10] Morimoto, R. and Hope, C. (2004) The Impact of Electricity Supply on Economic Growth in Sri Lanka. *Energy Economics*, **26**, 77-85. [https://doi.org/10.1016/S0140-9883\(03\)00034-3](https://doi.org/10.1016/S0140-9883(03)00034-3)
- [11] Shiu, A. and Lam, P.-L. (2004) Electricity Consumption and Economic Growth in China. *Energy Policy*, **32**, 47-54. [https://doi.org/10.1016/S0301-4215\(02\)00250-1](https://doi.org/10.1016/S0301-4215(02)00250-1)
- [12] Yang, H.Y. (2000) A Note on the Causal Relationship between Energy Consumption and GDP in Taiwan. *Energy Economics*, **22**, 309-317. [https://doi.org/10.1016/S0140-9883\(99\)00044-4](https://doi.org/10.1016/S0140-9883(99)00044-4)
- [13] Soytas, U. and Sari, R. (2003) Energy Consumption and GDP: Causality Relationship in G7 Countries and Emerging Markets. *Energy Economics*, **25**, 33-37. [https://doi.org/10.1016/S0140-9883\(02\)00009-9](https://doi.org/10.1016/S0140-9883(02)00009-9)
- [14] 康东霞. 金融发展和经济增长关系的谱分析[D]: [硕士学位论文]. 青岛: 青岛大学, 2005.
- [15] 黄书宁, 唐成晓, 陈振龙. 基于谱分析的中国能源与经济增长关系研究[J]. 统计科学与实践, 2012(5): 20-22.

期刊投稿者将享受如下服务:

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: sg@hanspub.org