

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

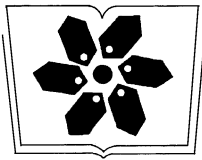
Acta Ecologica Sinica



第 32 卷 第 11 期 Vol.32 No.11 **2012**

中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 32 卷 第 11 期

2012 年 6 月 (半月刊)

目 次

黑龙江省大兴安岭林区火烧迹地森林更新及其影响因子.....	蔡文华, 杨健, 刘志华, 等 (3303)
基于 B-IBI 指数的温榆河生态健康评价.....	杨柳, 李泳慧, 王俊才, 等 (3313)
川西亚高山暗针叶林不同恢复阶段红桦、岷江冷杉土壤种子损耗特征 ...	马姜明, 刘世荣, 史作民, 等 (3323)
老龄阔叶红松林下层木空间分布的生境关联分析.....	丁胜建, 张春雨, 夏富才, 等 (3334)
内蒙古高原荒漠区四种锦鸡儿属植物灌丛沙包形态和固沙能力比较.....	张媛媛, 马成仓, 韩磊, 等 (3343)
角果藜的生长动态及其生殖配置.....	全杜娟, 魏岩, 周晓青, 等 (3352)
基于 MODIS/NDVI 时间序列的森林灾害快速评估方法——以贵州省为例	侍昊, 王笑, 薛建辉, 等 (3359)
祁连山西水林区土壤阳离子交换量及盐基离子的剖面分布.....	姜林, 耿增超, 李珊珊, 等 (3368)
水分和温度对春玉米出苗速度和出苗率的影响.....	马树庆, 王琪, 吕厚荃, 等 (3378)
施氮对水稻土 N ₂ O 释放及反硝化功能基因 (<i>narG/nosZ</i>) 丰度的影响	郑燕, 侯海军, 秦红灵, 等 (3386)
中国西北潜在蒸散时空演变特征及其定量化成因	曹雯, 申双和, 段春峰 (3394)
基于植被降水利用效率和 NDVI 的黄河上游地区生态退化研究	杜加强, 舒俭民, 张林波 (3404)
异速生长法计算秋茄红树林生物量.....	金川, 王金旺, 郑坚, 等 (3414)
乌兰布和沙漠沙蒿与油蒿群落的物种组成与数量特征.....	马全林, 郑庆中, 贾举杰, 等 (3423)
不同光强下单叶蔓荆的光合蒸腾与离子累积的关系.....	张萍, 刘林德, 柏新富, 等 (3432)
浑善达克沙地沙地榆种子雨的扩散规律.....	谷伟, 岳永杰, 李钢铁, 等 (3440)
咸水灌溉对沙土土壤盐分和胡杨生理生长的影响.....	何新林, 陈书飞, 王振华, 等 (3449)
外源 NO 对 NaHCO ₃ 胁迫下黑麦草幼苗光合生理响应的调节	刘建新, 王金成, 王鑫, 等 (3460)
呼伦贝尔草地植物群落与土壤化学计量学特征沿经度梯度变化.....	丁小慧, 罗淑政, 刘金巍, 等 (3467)
海南稻田土壤硒与重金属的含量、分布及其安全性.....	耿建梅, 王文斌, 温翠萍, 等 (3477)
江苏省典型区农田土壤及小麦中重金属含量与评价.....	陈京都, 戴其根, 许学宏, 等 (3487)
应用稳定同位素研究广西东方洞食物网结构和营养级关系	黎道洪, 苏晓梅 (3497)
利用细胞计数手段和 DGGE 技术分析松花江干流部分地区的细菌种群多样性	屠腾, 李蕾, 毛冠男, 等 (3505)
中国主要入海河流域河口集水区划分与分类.....	黄金良, 李青生, 黄玲, 等 (3516)
基于 VGPM 模型和 MODIS 数据估算梅梁湾浮游植物初级生产力	殷燕, 张运林, 时志强, 等 (3528)
低温胁迫下虎纹蛙的生存力及免疫和抗氧化能力.....	王娜, 邵晨, 颜志刚, 等 (3538)
转 Bt 水稻土壤跳虫群落组成及其数量变化	祝向钰, 李志毅, 常亮, 等 (3546)
尼日利亚非洲蜂和安徽意大利蜜蜂及其杂交二代形态特征与微卫星 DNA 遗传多样性	余林生, 解文飞, 巫厚长, 等 (3555)
北京城市公园湿地休憩功能的利用及其社会人口学因素	李芬, 孙然好, 陈利顶 (3565)
基于协整理论的经济增长与生态环境变化关系分析——以重庆市渝东南地区为例	肖强, 胡聃, 肖洋, 等 (3577)
感潮河网区环境合作博弈模型及实证	刘红刚, 陈新庚, 彭晓春 (3586)
专论与综述	
国内外生态效率核算方法及其应用研究述评.....	尹科, 王如松, 周传斌, 等 (3595)
全球变化背景下的现代生态学——第六届现代生态学讲座纪要.....	温腾, 徐德琳, 徐驰, 等 (3606)
问题讨论	
流域环境要素空间尺度特征及其与水生态分区尺度的关系——以辽河流域为例	刘星才, 徐宗学, 张淑荣, 等 (3613)
研究简报	
不同光照强度对兴安落叶松几种主要防御蛋白活力的影响	鲁艺芳, 石蕾, 严善春 (3621)
木荷种源间光合作用参数分析.....	熊彩云, 曾伟, 肖复明, 等 (3628)
基于能值分析的深圳市三个小型农业生态系统研究.....	杨卓翔, 高阳, 赵志强, 等 (3635)

期刊基本参数: CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 342 * zh * P * ¥70.00 * 1510 * 37 * 2012-06



封面图说: 爬升樟木沟的暖湿气流——樟木沟是中国境内横切喜马拉雅山脉南坡的几条著名大沟之一, 它位于我国西藏聂拉木县境内的希夏邦马峰东南侧, 延绵 5400km 的 318 国道在此沟中到达其最西头。从聂拉木县城到樟木口岸短短的 30km 中, 海拔从 4000m 急降至 2000m。在大气环流作用下, 来自印度洋的暖湿气流沿樟木沟不断费力地往上爬升, 给该沟谷留下了大量的降水。尤其是在雨季到来时, 山间到处是流水及悬垂崖头的瀑布, 翠峰直插云霄, 森林茂密苍郁, 溪流碧澄清澈, 奇花异葩繁多, 风景美如画卷, 气势壮丽非凡。

彩图提供: 陈建伟教授 北京林业大学 E-mail: cites.chenjw@163.com

DOI: 10.5846/stxb201102240210

肖强, 胡聃, 肖洋, 李勇志, 谭宏, 黄勇. 基于协整理论的经济增长与生态环境变化关系分析——以重庆市渝东南地区为例. 生态学报, 2012, 32(11): 3577-3585.

Xiao Q, Hu D, Xiao Y, Li Y Z, Tan H, Huang Y. Co-integration theory-based analysis on relationships between economic growth and eco-environmental changes: taking the southeast district in Chongqing city as an example. Acta Ecologica Sinica, 2012, 32(11): 3577-3585.

基于协整理论的经济增长与生态环境变化关系分析 ——以重庆市渝东南地区为例

肖 强^{1,2}, 胡 聃^{2,*}, 肖 洋², 李勇志², 谭 宏¹, 黄 勇³

(1. 重庆文理学院非物质文化遗产研究中心, 重庆 400012; 2. 中国科学院生态环境研究中心城市与区域生态国家重点实验室, 北京 100085; 3. 国家环保部环境工程评估中心, 北京 100012)

摘要:许多研究文献忽略了经济增长和生态环境质量的双向作用机制,从而导致了变量之间的内生性偏差。与以往研究相比,主要在以下几方面进行分析:1)采用脉冲响应函数来分别考察生态环境与经济增长这两类变量之间的动态冲击反应。2)运用预测方差分解技术来考察经济增长与生态环境变化在解释因素变动时的相对重要性。结论:经济增长与生态环境之间存在长期的均衡关系,非平稳序列的经济增长指标、生态环境因子经过一阶差分后变得平稳,均为一阶单整,存在协整统计关系。从长期来看,人均GDP与废气排放量、固废排放量呈现负相关,而与矿产开采总量、化肥使用强度呈现正相关。其高度正相关性实证了该地区主要靠资源开发拉动经济增长。脉冲响应分析表明,快速经济增长是影响生态环境质量的重要原因,生态环境质量变化对经济增长存在着反作用力。就响应效果而言,生态环境对经济增长的负向响应表明生态环境退化将导致人们对生态环境质量需求偏好的改变,从而对经济增长进程的变化产生外在压力,但生态环境对经济增长的反馈效应具有滞后性。

关键词:协整分析; 经济增长; 生态环境变化; 渝东南地区

Co-integration theory-based analysis on relationships between economic growth and eco-environmental changes: taking the southeast district in Chongqing city as an example

XIAO Qiang^{1,2}, HU Dan^{2,*}, XIAO Yang², LI Yongzhi², TAN Hong¹, HUANG Yong³

1 Institute of Intangible Cultural Heritage, Chongqing College of Arts and Sciences, Chongqing 400012, China

2 State Key Laboratory of Urban and Regional Ecology, Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085, China

3 Centre for Environmental Engineering Evaluation, Ministry of Environmental Protection, P. R. China, Beijing 100021, China

Abstract: Ecological environmental changes play critical roles in economic development, but environment conservation and economic growth always assumes the two-directional interactions between them. When many countries and regions achieved high-speed economic growth, these activities also led to over-exploration and consumption of ecological resources that further caused serious environmental pollution and ecological damage. Based the related research literatures, the influencing mechanisms of eco-environmental changes on economic growth can be concluded into 3 categories, but most of the literatures ignored the two-way influencing mechanism between economic growth and ecological environmental changes because the feedback response of ecological environmental changes on economic growth was ignored, which led to a statistically variable deviation because economic growth itself is endogenous variable together determined by environmental change and other

基金项目:国家 973 项目(2009CB421105); 国家科技支撑计划课题(2007BAC28B04); 国家自然科学基金项目(70873121)

收稿日期:2011-02-24; **修订日期:**2012-02-14

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: hudan@rcees.ac.cn

factors.

Based on the time-series data between 1980—2009, this research conducted a dynamic quantitative analysis on economic development and environmental changes by using co-integration test and variance decomposition model. Compared with the previous studies, this research has mainly the following characteristics: 1) the long-term dynamic impulse response analysis between eco-environmental changes and economic growth using impulse response function method; 2) predictive variance decomposition method is used to further investigate the relative importance level of economic growth and environmental changes in explaining the changes in economic and environmental factors.

We have some conclusions as follows: There exists a long-term equilibrium relationship between economic growth and environmental changes. The non-stationary indicators of economic growth and eco-environmental factors becomes stationary treated by a first-order difference technique and have statistically co-integration relations between them. Co-integration test showed that per capita GDP, gas discharge, solid wastes, fertilizer usage amount and exploiting of mineral resources by using the test model with intercept and trend term. The trace test and the maximum eigenvalue showed that there exists co-integration relationships among per capita GDP, waste gas discharge amount, solid wastes discharge, fertilizer usage amount and exploiting amount of mineral resources with an 5% of significance level. In the long run, per capita GDP is negatively correlated with waste gas discharge amount and solid waste discharge amount while it is positively correlated with exploiting amount of mineral resources and fertilizer usage intensity. The exploiting amount of mineral resources is negatively correlated with waste gas discharge amount and solid waste discharge amount while positively correlated with per capita GDP. Impulse response analysis based on VECM shows that fast economic growth was the main factor influencing environmental change, and eco-environmental degradation had a feedback action on economic growth. From the effects of this kind of responses, the negative responses of eco-environmental degradation on economic growth showed that the increase of eco-environmental degradation led to the change in citizens' environmental preference which caused an external pressure on economic growth, but the feedback actions of eco-environmental changes on economic growth had a time delay.

Key Words: co-integration; economic growth; Ecological environmental changes; the southeast district in Chongqing city

近 30a 来国内外学者对生态环境与经济增长间的关系进行了广泛研究。生态环境作为一种提供产品和服务的复合性资源,对经济发展具有举足轻重的作用,然而生态环境保护与经济增长常表现为矛盾统一体^[1-2]。综合已有文献,生态环境变化对经济增长的影响,其作用机制可概括为 3 种类型^[3]:第一类是把生态环境看作为经济系统的一种生产要素投入,从供给方面来考察资源可耗竭性对经济持续增长的制约,这类文献将生态环境等同于传统生产函数中的物质资本、劳动力等要素投入,并在此基础上考察经济增长过程中的最优增长问题^[4]。第二类是把生态环境质量作为人类的一项重要需求,从需求方面来考察生态环境质量变化对经济增长的影响,在古典需求函数的基础上形成新的需求函数,并通过动态最优化方法来考察跨期最优决策问题^[5]。第三类是在模型中同时考虑生态环境质量、污染产出对经济增长的影响。这类文献所推导的模型,大多数是环境-收入的库兹涅茨倒 U 型曲线关系,典型的如彭水军在对数据进行标准化处理的基础上,得出经济发展和综合环境污染水平的 EKC 曲线^[6]。

从上述研究文献可发现,研究经济增长与生态环境质量变化之间存在双向作用机制的文献还很少见。在研究中应重视环境退化或改善对经济增长的反作用,考察经济增长与生态系统组成结构与功能之间的双向因果关系^[7]。也有学者对许多研究文献做了批评:经济增长是由生态环境因素与其他各因素所共同决定的变量,忽略生态环境变化对经济增长的反向作用,将导致理论与实践的脱节^[8]。因此,本文试图用协整理论来分析经济增长与生态环境的关系,通过 1980—2009 年期间重庆市渝东南地区 4 类生态环境指标和 3 类经济增长指标来分析经济增长与生态环境因素的双向动态作用特征。与前述 3 类型的研究相比,本文对相关变量进行数学分析,以考察经济增长与生态环境因素在时间序列上的双向动态作用特征,其特色主要体现在以下

两方面:一是考察经济增长与生态环境这两类变量之间的动态关系时,用脉冲响应函数来测试其冲击反应,并刻画经济增长与生态环境的长期的动态作用关系。二是运用预测方差分解技术来考察经济增长与生态环境在解释因素变动时的相对重要性。

1 研究方法

向量自回归模型(VAR)是由西姆斯于1980年提出的。该模型并不以经济理论为基础,而是以数理统计原理为基础,在模型的每一个方程中,用当期内生变量对模型中全部内生变量的滞后值进行回归,从而估计全部内生变量之间的动态关系,估计过程中不带有任事先约束条件^[9-12]。

若 $Y_t = (Y_{1t}, Y_{2t}, \dots, Y_{Nt})^T$ 是一个 $N \times 1$ 阶时间序列向量,则 k 阶 VAR 模型可以表示为 VAR (k):

$$Y_t = \mu + \sum_{i=1}^k \Pi_i Y_{t-i} + U_t = \mu + \Pi_1 Y_{t-1} + \Pi_2 Y_{t-2} + \dots + \Pi_k Y_{t-k} + U_t \quad (1)$$

其中 μ 为 $N \times 1$ 阶常数项列向量:

$$\mu = (\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_N)^T \quad (2)$$

式中, $\Pi_1, \Pi_2, \dots, \Pi_k$ 均为 $N \times N$ 阶参数矩阵, U_t 是 $N \times 1$ 阶随机误差列向量:

$$U_t = (u_{1t}, u_{2t}, \dots, u_{Nt})^T, U_t \sim ID(0, \Omega) \quad (3)$$

如果模型(1)式中含有单位根,则可以在此基础上建立向量误差修正模型进行修正。整理和变换相关参数后可得到新的模型,这样,模型(1)经过重新整理与变换参数后可以表示为:

$$\Delta Y_t = \Gamma_1 \Delta Y_{t-1} + \Gamma_2 \Delta Y_{t-2} + \dots + \Gamma_{k-1} \Delta Y_{t-k+1} + \Pi Y_{t-k} + U_t \quad (4)$$

其中:

$$\Gamma_i = -I + \Pi_1 + \Pi_2 + \dots + \Pi_i, i = 1, 2, \dots, k \quad (5)$$

定义:

$$\Pi = \Gamma_k = -I + \Pi_1 + \Pi_2 + \dots + \Pi_k \quad (6)$$

式(4)是 VECM 模型的一般表达式,式(1)变换后到式(4)的过程称为协整变换,其中式(1) Π 为压缩矩阵(也称影响矩阵),所有参数矩阵之和减去一个单位矩阵等于压缩矩阵。VECM 模型本质上是一个在某些条件约束下的 VAR 模型,在变量的解释过程之中包含有协整约束的关系。此外,短期的部分调整也可以纠正长期过程中产生的均衡偏离,因此协整项也叫误差项^[13]。

2 数据来源和研究区概况

2.1 数据来源

根据数据可获得性,本文所选取的变量主要为7类指标(表1),由各期的《中国环境年鉴》与《重庆市统计年鉴》、《四川省统计年鉴》等整理及计算而得出,时序长度为1980—2009年,由于对时间序列数据进行对数化后容易得到平稳序列,而且并不改变时序数据的特征,因此,对这7个变量取对数,以消除异方差,使变量之间的拟合效果更好^[14]。

表1 经济增长和生态环境指标的名称及符号表示

Table 1 The index of economic growth and eco-environment on Symbol and name

变量名称 Names of variables	对数化的记号 Using logarithmic Signs
人均 GDP Per capita GDP	ln GDP
城市人口密度 Urban population density	ln(upd)
人均能源消耗量 Per capita energy consumption	ln(energy)
化肥施用量 Consumption amount of fertilizer	ln(fertilizer)
废气排放量 Discharge amount of gas	ln(gas)
矿产资源开采量 Exploitation volume of mining resources	ln(mining)
固废排放量 Discharge amount of solid wastes	ln(solid)

对于经济发展指标,经过筛选最后选用人均 GDP,城市人口密度、人均能源消耗量来表征,这 3 类指标较客观地反映出经济增长进程对生态环境质量的影响。本文采用矿产资源开采量、化肥施用量、固废排放量、废气排放量来表征生态环境质量。

2.2 研究区概况

重庆市渝东南地区包括黔江、武隆、石柱、彭水、酉阳、秀山五县一区,位于大娄山和武陵山两大山系交汇的盆缘山地,属中亚热带湿润性季风性气候,气候温和,四季分明,热量丰富,雨量充沛,季风明显,但辐射、光照不足,灾害气候频繁。该区支柱产业为有色金属、旅游、烟草,优势矿产有铝土、锰和重晶石,是典型的矿产资源输出地区。由于特殊的地质构造和气候条件,该区土地非常薄瘠,水土流失严重,土壤肥力较低,生态环境十分脆弱。该区为土家族和苗族为主的少数民族聚集区,人口素质偏低,经济基础十分薄弱,耕种方式落后,是典型的生态环境敏感区,因此,研究该区经济增长和生态环境的耦合关系十分必要。

3 经济发展与生态环境协整关系的实证分析

协整关系是对非平稳变量之间长期均衡关系的一种统计描述。时间序列的非平稳性易使传统回归方法产生残差自相关、异方差等问题,从而导致伪回归^[15]。根据 Johansen 的协整分析方法,可以通过构造向量自回归模型,进而建立向量误差修正模型来检验一组变量间的协整关系个数并估计相应的协整向量^[15]。

3.1 时间序列数据的平稳性检验

首先运用 ADF 单位根检验法对时间序列的平稳性进行检验,这是检验经济增长、生态环境关系的时间序列是否存在协整关系之前的一个重要步骤。为了从理论上验证直观观察的结果,需要对 7 个变量序列进行单整性分析,以确定序列平稳的阶数。单位根检验通常采用 DF 或 ADF 检验二种方法,但是 DF 检验中的一个假定是被检验模型中的随机误差项不存在自相关,然而现实经济数据数列基本不满足此假定,因此采用假定条件放宽的 ADF 检验方法^[16]。

由 ADF 检验可以看出,取对数的经济增长变量与生态环境变量经一阶差分之后在 1% 和 5% 的显著水平下都小于 ADF 单位根检验的临界值水平,这表明上述各变量都是一阶单整过程,即都有一个单位根,而且经过一次差分就变成了平稳序列,其各变量之间存在或许存在协整关系(表 2)。

表 2 单位根检验结果

Table 2 Results of unit root tests

变量 Variance	检验形式 Test method	ADF 检验 ADF test	5% 临界值 Critical value	1% 临界值 Critical value	结论 Conclusion
对数化的人均国民生产总值 $\Delta \ln(\text{gdp})$	(C,T,0)	-3.4594	-3.2173	-3.4998	平稳
对数化的城市人口密度 $\Delta \ln(\text{upd})$	(C,T,0)	-3.6691	-3.2173	-3.4998	平稳
对数化的人均能源消耗量 $\Delta \ln(\text{energy})$	(C,T,0)	-4.0547	-3.2173	-3.4998	平稳
对数化的化肥施用量 $\Delta \ln(\text{fertilizer})$	(C,T,0)	-4.0547	-2.6299	-3.1298	平稳
对数化的废气排放量 $\Delta \ln(\text{gas})$	(C,T,0)	-3.3693	-2.6299	-3.1298	平稳
对数化的固废排放量 $\Delta \ln(\text{solid})$	(C,T,0)	-3.7614	-2.6299	-3.4998	平稳
对数化的矿产资源开采量 $\ln(\text{mining})$	(C,T,0)	-3.4394	-2.6299	-3.4998	平稳

C 和 T 表示常数项和趋势项,Δ 表示 1 阶差分,ln 表示对数

3.2 VAR 模型滞后阶数的确定

在进行协整检验以前,必须首先确定 VAR 模型的结构。通常用 AIC 准则或用 SC 准则选择最大滞后期 k 值,选择 k 值的原则是在增加 k 值的过程中使 AIC 的值或 SC 的值达到最小,同时在 VAR 模型中适当加大 k 值(增加滞后变量个数),可以消除误差项中存在的自相关,但 k 值又不宜过大, k 值过大会导致自由度减小,直接影响模型参数估计量的有效性^[17]。

为了保持合理的自由度使模型参数具有较强的解释力,选择以 4 为最大滞后阶数,然后依次直到降至 1 阶,再从中来选择出 VAR 模型的最优滞后阶数。其中检验是否为最优滞后阶数的标准是 AIC、SC 信息准则

和 LR 统计量,而残差序列自相关与否则使用 Q 统计量检验,异方差是否存在则根据 White 检验和 ARCH 统计量检验, J-B 检验残差的正态性,结合以上这些因素,最后确定 VAR 模型的滞后期数为 2(表 3)。

表 3 VAR 模型滞后期选择的统计量信息
Table 3 The statistical information in lag order selection of the VAR model

滞后阶级 Lag order	赤池信息准则 Akaike information criterion	施瓦茨准则 Schwarz criterion	极大似然估计量 Log likelihood
1 阶	-16.1826	-15.3957	345.4955
2 阶	-18.4104	-16.3946	290.5407
3 阶	-18.9963	-15.2527	334.4503
4 阶	-22.2721	-16.8008	414.6746

3.3 Johansen 协整检验

依据 Granger 定理,可以知道协整和误差修正模型之间的必然联系,而协整关系的存在,没有条件约束的 VAR 模型需要变成 VECM 模型,这就变成了有约束的 VAR 模型^[18]。VECM 模型中相关参数的设定与 Johansen 协整检验过程中对截距项和趋势项的设定保持一致。上述过程是在检验变量的稳定性基础上,根据 Johansen 检验方法对变量进行协整检验^[18]。

采取带截距项和趋势项的检验模型对人均 GDP、废气排放量、固废排放物、化肥施用量和矿产资源开采量进行协整检验(表 4)。迹统计值检验及最大特征值检验都表明,在显著性水平为 5% 的基础上,5 个变量之间存在着协整关系且有 2 个协整方程。一般而言,当变量间满足两个协整关系时,较准确地反映变量之间长期均衡关系的是第一个协整方程,长期均衡方程如下见式 7。

表 4 Johansen 检验
Table 4 Johansen test for cointegration

假设协整方程个数 No of CE(s)	迹统计值 Trace statistic	轨迹统计临界值 Trace text		最大特征值 Maximum Eigenvalue	最大特征值检验 Max-Eigon text	
		5% 临界值 Critical value	P		5% 临界值 Critical value	P
没有	133.7741	92.7436	0.0000	52.5049	41.1269	0.0012
至多 1 个	109.2389	68.8182	0.3211	44.8121	34.8529	0.0228
至多 2 个	64.9276	48.8569	0.5939	30.1693	26.4759	0.2637
至多 3 个	34.7583	28.7176	0.6434	22.2519	22.1176	0.6434

1.0000 人均 GDP=0.6521 化肥施用量-1.1135 废气排放量-1.2140 废固排放量+1.3706 矿产资源开采量 (7)
(0.4745) (0.0227) (0.4224) (0.5137)

从式 7 可以看出,人均 GDP 与废气排放量、固废排放物负相关,而与矿产资源开采量、化肥施用强度正相关。人均 GDP 对矿产资源开采量的长期弹性为 1.3706,这说明人均 GDP 的变化对矿产资源开采量的变化较敏感,该地区经济增长在很大程度上依赖于矿产资源开采。长期均衡方程表明,人均 GDP 的变化变动 1%,废气排放量、固废排放量变动 1.11 和 1.21 个百分点,这说明人均 GDP 的变化对渝东南地区的生态环境质量变化影响较大。化肥施用量对人均 GDP 变化的影响有限。

还检验了人均 GDP、人均能源消耗量、矿产资源开采量、固废排放量和废气排放量之间的协整关系(表 5)。

迹统计检验和最大特征值检验都表明在 5% 的显著性水平下,人均 GDP、人均能源消耗量、矿产资源开采量、固废排放量和废气排放量之间存在一个协整方程见式 8。

表 5 Johansen 检验

Table 5 Johansen test for cointegration

假设协整方程个数 No of CE(s)	迹统计值 Trace statistic	轨迹统计临界值 Trace test		最大特征值 Maximum Eigenvalue	最大特征值检验 Max-Eigen test	
		5% 临界值 Critical value	P		5% 临界值 Critical value	P
没有	109.7398	98.7536	0.0012	90.7866	45.0779	0.0017
至多 1 个	64.9276	67.8286	0.4111	42.7116	32.9791	0.0124
至多 2 个	35.7583	44.8169	0.4936	24.1669	28.5141	0.2631
至多 3 个	9.5001	25.7261	0.3211	25.2581	21.1319	0.4346

$$1.0000 \text{ 矿产资源开采量} = 0.9421 \text{ 人均 GDP} - 0.2754 \text{ 人均能源消耗量} - 0.5327 \text{ 废气排放量} - 0.8155 \text{ 固废排放量} \quad (8)$$

(0.3113) (0.4923) (0.0337) (0.4113)

由方程式(8)的协整方程可以看出,矿产资源开采量变动与人均 GDP 变动之间是正相关关系,矿产资源开采量变动对人均 GDP 的影响程度要比人均能源消耗量的影响程度大很多,矿产资源开采量上升 1% 能引起人均 GDP 上升 0.942 个百分点,这是一个典型的靠资源拉动经济增长的地区。矿产资源开采量对人均能源消耗量的影响程度是这 5 个变量中最低的,弹性系数为 0.275,说明渝东南地区是矿产资源输出地区,本地区对开采的矿产资源深加工能力有限。

3.4 向量误差修正模型分析

协整关系表明一种长期的均衡关系,因此这就意味着需要检验模型中的中长期需求关系在受到短期干扰时是否仍然成立,为达到上述目的,在协整基础上建立一种动态的误差修正模型用来预测短期修正行为^[19]。本文在各变量间协整关系的基础上,确定差分形式的向量误差修正模型方程如下:

$$\begin{aligned} \text{dlnGDP} = & -0.2021 \times \text{ECM}_1 + 0.0991 \times \text{dln(化肥施用量)} + 0.2762 \times \text{dln(废气排放量)} \\ & + 0.3603 \times \text{dln(固废排放量)} - 0.3622 \times \text{dln(矿产资源开采量)} \end{aligned} \quad (9)$$

$$\begin{aligned} \text{dln(矿产资源开采量)} = & -0.1123 \times \text{ECM}_2 + 0.2133 \times \text{dlnGDP} - 0.4051 \times \text{dln(固废排放量)} \\ & + 0.0623 \times \text{dln(人均能源消耗量)} - 0.3431 \times \text{dln(废气排放量)} \end{aligned} \quad (10)$$

式中,ECM 为误差修正项,它们的系数用来反映相应变量对其长期稳定关系的偏离及调整程度。

在上面两个误差修正模型中,误差修正项的系数为负,并且统计上是显著的,符合短期方程对长期方程的修正意义(即误差修正机制为负反馈过程)。误差修正系数的大小反应了短期偏离长期均衡的的调整力度,ln(GDP)模型中误差修正系数显著,大小为-0.2021,调整力度较大,短期内人均 GDP 偏离长期均衡的 20.21% 被纠正;矿产资源开采量模型中误差修正系数为-0.1123,调整力度较小,短期内矿产资源开采量偏离长期均衡的 11.23% 被纠正。另外,从各解释变量的系数来看,短期内人均 GDP 受化肥施用量波动的影响较小,短期内矿产资源开采量变化受人均能源消耗量变化的影响不显著,相比之下,固废排放量对矿产资源开采量的影响却很显著。

3.5 基于 VECM 的脉冲响应分析

随机扰动项的某个标准差往往能对各变量的取值带来不同程度的影响,而脉冲响应函数正是用来度量影响的程度。对数化后一阶差分的 4 类生态环境指标和对数化后一阶差分的 3 类经济增长指标之间的双变量系统响应进行考察,限于篇幅,本文只讨论具有典型特征的人均 GDP 和矿产资源开采量的脉冲响应。

图 1 可知,4 类生态环境指标的响应曲线轨迹表明,伴随着人均 GDP 的快速增长,将导致各类生态环境指标发生相应的冲击响应,最终导致生态环境质量下降。废气排放量当期反应值为负,第 7 期反应值变成正,以后逐步升高,在第 8 期后趋于稳定。固废排放量相应的响应轨迹基本上呈倒 S 的曲线,这说明人均 GDP 的增长使废固排放增长,而增加的废固排放会反过来去抑制人均 GDP 的增长,其冲击响应值有明显的滞后性。矿产资源开采量对人均 GDP 的响应前 2 期是正值,其后为负值,6 期后为正值,矿产资源开采量对人均 GDP 响应呈现先减少后增加的变化趋势。

图2可知,矿产资源开采对经济增长和生态环境影响的冲击的响应表现出较大程度的波动性。这表明当矿产资源开采量冲击发生时,呈现波浪式上升的情形,矿产资源开采量的初始调整会被随后的反向调整所抵消,其长期影响显现出波浪式上升的情形,说明人均GDP对矿产资源开采量的冲击存在扩大效应。固废排放量对矿产资源开采量冲击的响应呈倒U形状。废气排放量对矿产资源开采量冲击的响应则比固废排放量要小,而且其前4期基本上都是正向的,只在第6期后才转为负,综合来看,矿产资源开采量对其他指标的冲击反应呈上升趋势。

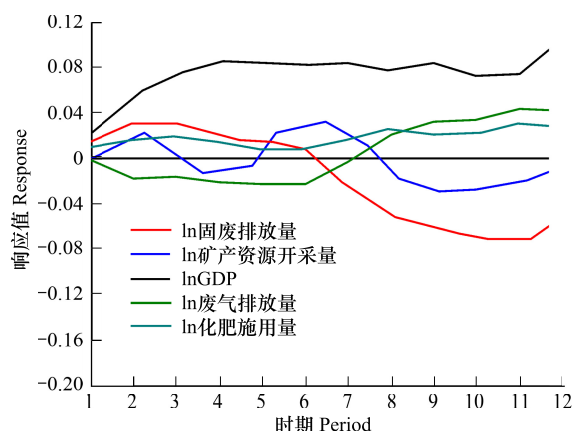


图1 人均GDP对其他指标的冲击反应

Fig. 1 The impulse response of per capita gdp

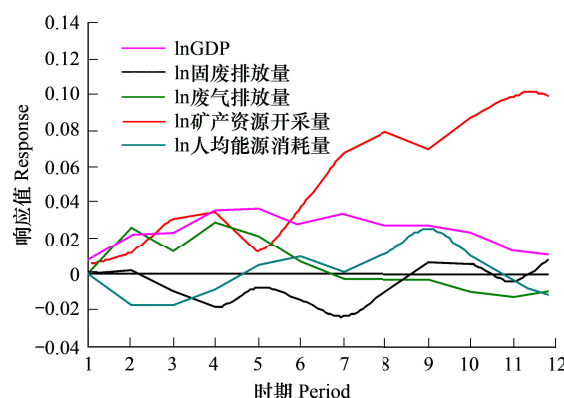


图2 矿产资源开采量对其他指标的冲击反应

Fig. 2 The impulse response of mining resources

3.6 基于VECM的方差分解

方差分解的目的就是要将系统的均方差分解成各个变量的冲击所产生的影响。预测时间序列的方差是在自身扰动项和系统其他扰动项共同作用下的结果,方差分解技术可以对价格水平变化的贡献率进行分析,它可以提前预测不同的冲击对各变量 k 步内产生误差程度的大小,最终能够显现出影响VAR系统变量时的所有变量的随机冲击的相对重要性^[19]。

图3可知,从第3期开始,生态环境因素在人均GDP预测方差中的作用逐步增加,特别是第4期以后,占人均GDP预测方差超过30%。生态环境对人均GDP的长期影响是逐渐上升,到第6期达到顶点,而且逐渐成为影响经济增长的重要因素。第4期以后人均GDP的影响的逐步上升,到第9期的预测方差57%,并于第9期后趋于稳定。第10期后,人均GDP的预测方差再次下降。

图4表明,矿产资源开采量从第1期起就受到生态环境和经济增长冲击的影响,且受经济增长的影响要大于其自身波动的影响。矿产资源开采量受自身波动的影响呈上升趋势,第7期后基本稳定在42%—61%之间;同期,人均GDP受矿产资源开采的影响逐步下降,最终占预测方差的21%左右。正是由于经济增长对矿产资源开采量的正向作用要明显强于矿产资源开采量对经济增长的反向作用,结果使得该地区经济增长的波动一定程度上受矿产资源开采量的影响。

4 结论

依据1980—2009年的时序数据,运用协整理论分析渝东南地区经济增长和生态环境之间的关系,分析表明经济增长与生态环境之间存在长期均衡关系,且经济的增长与生态环境之间的正向作用明显强于反向作用。具体结论归纳如下:

渝东南地区经济增长与生态环境之间有着长期的均衡关系。非平稳序列中的生态环境指标、经济增长指标在一阶差分后变得平稳,为一阶单整,且有两个协整方程。从长期来看,人均GDP与废气排放量、固废排放物负相关,而与矿产资源开采总量、化肥使用强度正相关。这结论与通常的环境-收入库兹涅茨倒U曲线的结论相似,长期变动趋势的检验结果表明,矿产开采总量上升1%,能引起人均GDP上升0.942个百分点。

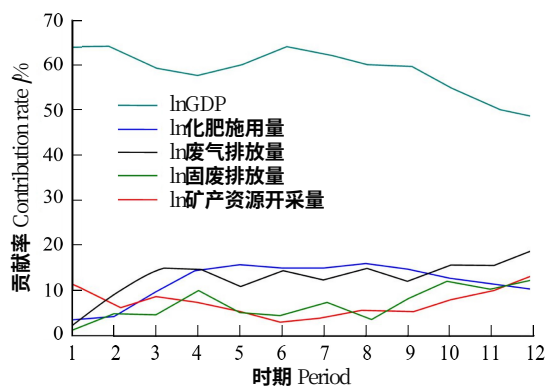


图3 人均GDP的方差分解

Fig. 3 Variance decomposition of per capita gdp

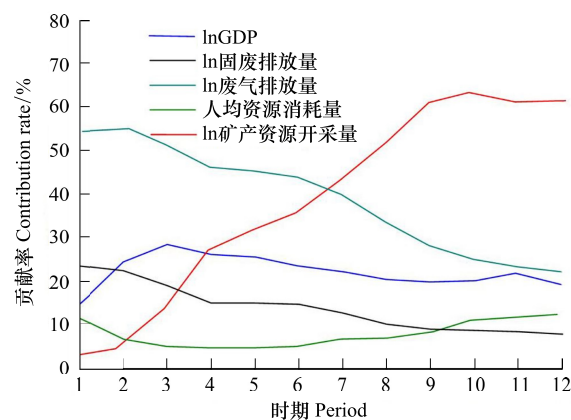


图4 矿产资源开采量的方差分解

Fig. 4 Variance decomposition of mining resources

脉冲响应分析表明:经济的快速增长是生态环境影响的重要原因,生态环境质量变差、污染排放对经济增长存在着双向用力。单看响应效果来看,生态环境退化将对经济增长的负值响应表明生态环境退化的增加将对经济增长的进程转变产生外部额外的压力,生态环境对经济增长的反馈效应具有滞后性。

预测方差分解表明:在解释生态环境预测方差方面起着关键作用的是经济增长。从长期来看,经济增长对解释生态环境变化的能力正在逐渐增加,这很好的证明生态环境的弱化影响是经济增长推进的必然结果。

References:

- [1] Huang J C, Fang C L. Analysis of coupling mechanism and rules between urbanization and eco-environment. *Geographical Research*, 2003, 22 (2): 211-220.
- [2] Qiao B, Fang C L, Huang J C. The coupling law and its validation of the interaction between urbanization and eco-environment in arid area. *Acta Ecologica Sinica*, 2006, 26(7): 2183-2190.
- [3] Peng S J, Bao Q. China's economic growth and environmental pollution: an empirical test based on generalized impulse response function. *China Industrial Economy*, 2006, (5): 15-23.
- [4] Dasgupta P. Optimal Development and the Idea of Net National Product. *The Economics of Sustainable Development*, 1995: 111-143.
- [5] Slottje D, Nieswiadomy M, Redfeam M. Economic inequality and the environment. *Environmental Modelling and Software*, 2001, 16(2): 183-194.
- [6] Peng S J, Bao Q. Economic growth and environmental pollution: an empirical test for the environmental Kuznets curve hypothesis in China. *Research on Financial and Economic Issues*, 2006, (8): 3-17.
- [7] Hu D, Xu K P, Yang J X, Liu T X. Economic development and environmental quality: progress on the environmental Kuznets curve. *Acta Ecologica Sinica*, 2004, 24(6): 1259-1266.
- [8] Dinda S. Environmental Kuznets curve hypothesis: a survey. *Ecological Economics*, 2004, 49(4): 431-455.
- [9] Coondoo D, Dinda S. Causality between income and emission: a country group-specific econometric analysis. *Ecological Economics*, 2002, 40 (3): 351-367.
- [10] Pesavento E, Rossi B. Impulse response confidence intervals for persistent data: what have we learned? *Journal of Economic Dynamics and Control*, 2007, 31(7): 2398-2412.
- [11] Dinda S, Coondoo D. Income and emission: a panel data-based cointegration analysis. *Ecological Economics*, 2006, 57(2): 167-181.
- [12] Rafiq S, Salim R, Bloch H. Impact of crude oil price volatility on economic activities: an empirical investigation in the Thai economy. *Resources Policy*, 2009, 34(3): 121-132.
- [13] Huang Z H, Wu C F, Du X J. Empirical study of cultivated land change and socio-economic factors in China. *Journal of Natural Resources*, 2009, 24(2): 192-199.
- [14] Xie B J, Zhang X Z, Li F S. Econometric analysis to relationship between urbanization and economic development of Hunan province. *Yunnan Geographic Environment Research*, 2008, 20(4): 54-58.

- [15] Tang Z. VECM of Chinese foreign trade. *Application of Statistics and Management*, 2007, 26(3): 391-397.
- [16] Grewal R, Mills J A, Mehta R, Mujumdar S. Using cointegration analysis for modeling marketing interactions in dynamic environments: methodological issues and an empirical illustration. *Journal of Business Research*, 2001, 51(2): 127-144.
- [17] Li J C, Cheng K M. An analysis of dynamic econometric relationship between urbanization and economic growth in China. *Journal of Finance and Economics*, 2006, 32(9): 19-30.
- [18] Apergis N, Payne J E. Energy consumption and economic growth in Central America: evidence from a panel cointegration and error correction model. *Energy Economics*, 2009, 31(2): 211-216.
- [19] Bi Y J, Zhu Z D. The transfer effect of changes in RMB exchange rates: an empirical research based on the co-integration and error correction models. *Journal of Finance and Economics*, 2006, 32(7): 53-62.

参考文献:

- [1] 黄金川, 方创琳. 城市化与生态环境交互耦合机制与规律性分析. *地理研究*, 2003, 22(2): 211-220.
- [2] 乔标, 方创琳, 黄金川. 干旱区城市化与生态环境交互耦合的规律性及其验证. *生态学报*, 2006, 26(7): 2183-2190.
- [3] 彭水军, 包群. 中国经济增长与环境污染——基于广义脉冲响应函数法的实证研究. *中国工业经济*, 2006, (5): 15-23.
- [6] 彭水军, 包群. 经济增长与环境污染——环境库兹涅茨曲线假说的中国检验. *财经问题研究*, 2006, (8): 3-17.
- [7] 胡聃, 许开鹏, 杨建新, 刘天星. 经济发展对环境质量的影响——环境库兹涅茨曲线国内外研究进展. *生态学报*, 2004, 24(6): 1259-1266.
- [13] 黄忠华, 吴次芳, 杜雪君. 我国耕地变化与社会经济因素的实证分析. *自然资源学报*, 2009, 24(2): 192-199.
- [14] 谢伯军, 张小舟, 李峰生. 湖南省城市化与经济发展关系的计量分析. *云南地理环境研究*, 2008, 20(4): 54-58.
- [15] 唐志. 中国对外贸易的向量误差修正模型. *数理统计与管理*, 2007, 26(3): 391-397.
- [17] 李金昌, 程开明. 中国城市化与经济增长的动态计量分析. *财经研究*, 2006, 32(9): 19-30.
- [19] 毕玉江, 朱钟棣. 人民币汇率变动的价格传递效应——基于协整与误差修正模型的实证研究. *财经研究*, 2006, 32(7): 53-62.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 32, No. 11 June, 2012 (Semimonthly)

CONTENTS

Controls of post-fire tree recruitment in Great Xing'an Mountains in Heilongjiang Province	CAI Wenhua, YANG Jian, LIU Zhihua, et al (3303)
The assessment of river health using Benthic-Index of biotic integrity for Wenyu River	YANG Liu, LI Yonghui, WANG Juncai, et al (3313)
Consume of soil seeds of <i>Betula albo-sinensis</i> and <i>Abies faxoniana</i> in different natural successional stages of subalpine dark coniferous forest in western Sichuan, China	MA Jiangming, LIU Shirong, SHI Zuomin, et al (3323)
Habitat associations of understorey species spatial distribution in old growth broad-leaved Korean pine (<i>Pinus koraiensis</i>) forest	DING Shengjian, ZHANG Chunyu, XIA Fucui, et al (3334)
Nabkha morphology and sand-fixing capability of four dominant <i>Caragana</i> species in the desert region of the Inner Mongolia Plateau	ZHANG Yuanyuan, MA Chengcang, HAN Lei, et al (3343)
Growth dynamics, biomass allocation and ecological adaptation in <i>Ceratocarpus arenarius</i> L.	QUAN Dujuan, WEI Yan, ZHOU Xiaoqing, et al (3352)
A rapid assessment method for forest disaster based on MODIS/NDVI time series; a case study from Guizhou Province	SHI Hao, WANG Xiao, XUE Jianhui, et al (3359)
Soil cation exchange capacity and exchangeable base cation content in the profiles of four typical soils in the Xi-Shui Forest Zone of the Qilian Mountains	JIANG Lin, GENG Zengchao, LI Shanshan, et al (3368)
Impact of water and temperature on spring maize emergence speed and emergence rate	MA Shuqing, WANG Qi, LÜ Houquan, et al (3378)
Effect of N application on the abundance of denitrifying genes (<i>narG/nosZ</i>) and N ₂ O emission in paddy soil	ZHENG Yan, HOU Haijun, QIN Hongling, et al (3386)
Temporal-spatial variations of potential evapotranspiration and quantification of the causes in Northwest China	CAO Wen, SHEN Shuanghe, DUAN Chunfeng (3394)
Analysis of ecosystem degradation and recovery using precipitation use efficiency and NDVI in the headwater catchment of the Yellow River basin	DU Jiaqiang, SHU Jianmin, ZHANG Linbo (3404)
An assessment method of <i>Kandelia obovata</i> population biomass	JIN Chuan, WANG Jinwang, ZHENG Jian, et al (3414)
Quantitative characteristics and species composition of <i>Artemisia sphaerocephala</i> and <i>A. ordosica</i> communities in the Ulanbuh Desert ...	MA Quanlin, ZHENG Qingzhong, JIA Jujie, et al (3423)
Photosynthesis and transpiration in relation to ion accumulation in <i>Vitex trifolia</i> under varied light intensity	ZHANG Ping, LIU Linde, BAI Xinfu, et al (3432)
Diffusion of elm seed rain in Otindag Sand Land	GU Wei, YUE Yongjie, LI Gangtie, et al (3440)
Effect of saline water irrigation on sand soil salt and the physiology and growth of <i>Populus euphratica</i> Oliv.	HE Xinlin, CHEN Shufei, WANG Zhenhua, et al (3449)
Regulation of exogenous nitric oxide on photosynthetic physiological response of <i>Lolium perenne</i> seedlings under NaHCO ₃ Stress	LIU Jianxin, WANG Jincheng, WANG Xin, et al (3460)
Longitude gradient changes on plant community and soil stoichiometry characteristics of grassland in Hulunbeir	DING Xiaohui, LUO Shuzheng, LIU Jinwei, et al (3467)
Concentrations and distributions of selenium and heavy metals in Hainan paddy soil and assessment of ecological security	GENG Jianmei, WANG Wenbin, WEN Cuiping, et al (3477)
Heavy metal contents and evaluation of farmland soil and wheat in typical area of Jiangsu Province	CHEN Jingdu, DAI Qigen, XU Xuehong, et al (3487)
The studies on the food web structures and trophic relationships in Guangxi Dongfang Cave by means of stable carbon and nitro- gen isotopes	LI Daohong, SU Xiaomei (3497)
Analysis of bacterial diversity in the Songhua River based on nested PCR and DGGE	TU Teng, LI Lei, MAO Guannan, et al (3505)

Preliminary delineation and classification of estuarine drainage areas for major coastal rivers in China	HUANG Jinliang, LI Qingsheng, HUANG Ling, et al (3516)
Estimation of spatial and seasonal changes in phytoplankton primary production in Meiliang Bay, Lake Taihu, based on the Vertically Generalized Production Model and MODIS data	YIN Yan, ZHANG Yunlin, SHI Zhiqiang, et al (3528)
Viability and changes of physiological functions in the tiger frog (<i>Hoplobatrachus rugulosus</i>) exposed to cold stress	WANG Na, SHAO Chen, XIE Zhigang, et al (3538)
Community structure and abundance dynamics of soil collembolans in transgenic Bt rice paddyfields	ZHU Xiangyu, LI Zhiyi, CHANG Liang, et al (3546)
Morphological characteristics and microsatellite DNA genetic diversity of Nigeria African honey bee, Anhui <i>Apis mellifera</i> and theirs hybrid generation II	YU Linsheng, XIE Wenfei, WU Houchang, et al (3555)
Effects of social-demographic factors on the recreational service of park wetlands in Beijing	LI Fen, SUN Ranhao, CHEN Liding (3565)
Co-integration theory-based analysis on relationships between economic growth and eco-environmental changes: taking the south-east district in Chongqing city as an example	XIAO Qiang, HU Dan, XIAO Yang, et al (3577)
The cooperative environmental game model in the Tidal River Network Regions and its empirical research	LIU Honggang, CHEN Xingeng, PENG Xiaochun (3586)

Review and Monograph

Review of eco-efficiency accounting method and its applications	YIN Ke, WANG Rusong, ZHOU Chuanbin, et al (3595)
Overview on the 6th international symposium on modern ecology series of 2011	WEN Teng, XU Delin, XU Chi, et al (3606)

Discussion

Scale analysis of environmental factors and their relationship with the size of hierarchical aquatic ecoregion: a case study in the Liao River basin	LIU Xingcai, XU Zongxue, ZHANG Shurong, et al (3613)
--	--

Scientific Note

Effects of different light intensities on activities of the primary defense proteins in needles of <i>Larix gmelinii</i>	LU Yifang, SHI Lei, YAN Shanchun (3621)
An analysis of photosynthetic parameters among <i>Schima superba</i> provenances	XIONG Caiyun, ZENG Wei, XIAO Fuming, et al (3628)
Research on three small-scale agricultural ecological-economic systems in Shenzhen City based on emergy analysis	YANG Zhuoxiang, GAO Yang, ZHAO Zhiqiang, et al (3635)

《生态学报》2012 年征订启事

《生态学报》是中国生态学学会主办的自然科学高级学术期刊,创刊于 1981 年。主要报道生态学研究原始创新性科研成果,特别欢迎能反映现代生态学发展方向的优秀综述性文章;研究简报;生态学新理论、新方法、新技术介绍;新书评介和学术、科研动态及开放实验室介绍等。

《生态学报》为半月刊,大 16 开本,280 页,国内定价 70 元/册,全年定价 1680 元。

国内邮发代号:82-7 国外邮发代号:M670 标准刊号:ISSN 1000-0933 CN 11-2031/Q

全国各地邮局均可订阅,也可直接与编辑部联系购买。欢迎广大科技工作者、科研单位、高等院校、图书馆等订阅。

通讯地址:100085 北京海淀区双清路 18 号 电 话:(010)62941099; 62843362

E-mail: shengtaixuebao@rcees.ac.cn 网 址: www.ecologica.cn

编辑部主任 孔红梅 执行编辑 刘天星 段 靖

生 态 学 报
(SHENGTAI XUEBAO)
(半月刊 1981 年 3 月创刊)
第 32 卷 第 11 期 (2012 年 6 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 32 No. 11 (June, 2012)

编 辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn	Edited by	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel:(010)62941099 www.ecologica.cn Shengtaixuebao@rcees.ac.cn
主 编	冯宗炜	Editor-in-chief	FENG Zong-Wei
主 管	中国科学技术协会	Supervised by	China Association for Science and Technology
主 办	中国生态学学会 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085	Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100071	Published by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷	北京北林印刷厂	Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
发 行	科 学 出 版 社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net	Distributed by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net
订 购	全国各地邮局	Domestic	All Local Post Offices in China
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044	Foreign	China International Book Trading Corporation Add:P. O. Box 399 Beijing 100044, China
广告经营 许 可 证	京海工商广字第 8013 号		



ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

国内外公开发行

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 70.00 元