

# 江西省生态经济系统耦合态势分析

马彩虹<sup>1</sup>, 兰叶霞<sup>2</sup>, 赵先贵<sup>3</sup>, 王书转<sup>4</sup>

(1. 陕西理工学院, 陕西 汉中 723001; 2. 南昌市第三中学, 南昌 330077; 3. 陕西师范大学 旅游与环境学院, 西安 710062; 4. 南阳师范学院 环境科学与旅游学院, 河南 南阳 473061)

**摘要:**基于生态足迹理论及其相关衍生模型,分析了江西省生态经济系统的运行态势,以期为区域可持续发展提供参考依据。研究表明,1980年以来江西省人口由3 270.2万人增长为4 339.1万人,同期生态人口容量却由2 162.63万人降低为1 512.94万人,因此生态超载人口由1 107.57万人增长为2 826.19万人,生态超载率由33.87%提高到65.13%,人口生态超载情况日益严重;人均生态足迹呈缓慢的波动式上升态势,由1.439 0 hm<sup>2</sup>增长到1.950 9 hm<sup>2</sup>,人均生态承载力却逐渐降低,由0.951 7 hm<sup>2</sup>降低为0.680 2 hm<sup>2</sup>,资源环境压力指数由1.26增大为2.05,生态安全等级由“稍不安全”降低为“很不安全”等级;生态经济耦合指数由0.51降低到0.43,可持续发展面临严峻挑战。

**关键词:**生态足迹; 资源环境压力指数; 生态超载人口; 生态经济耦合指数

中图分类号:F062.2

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2009)03-0221-04

## Dynamics Analysis of Eco-economy System in Jiangxi Province

MA Cai-hong<sup>1</sup>, LAN Ye-xia<sup>2</sup>, ZHAO Xian-gui<sup>3</sup>, WANG Shu-zhuan<sup>4</sup>

(1. Shaanxi University of Technology, Hanzhong, Shaanxi 723001, China; 2. The Third Senior School in Nanchang, Nanchang 330077, China; 3. College of Tourism and Environmental Sciences, Shaanxi Normal University, Xi'an 710062, China; 4. College of Environmental Sciences and Tourism, Nanyang Normal University, Nanyang, He'nan 473061, China)

**Abstract:** Based on the principle of ecological footprint and several extended models, the trends of PRED system in Jiangxi province were analyzed for the purpose of regional sustainable development. The results showed that, from 1980 to 2006, population increased from  $3.27 \times 10^7$  to  $4.34 \times 10^7$ , yet eco-capacity of population decreased from  $2.16 \times 10^7$  to  $1.51 \times 10^7$ , so that eco-overload population increased from  $1.11 \times 10^7$  to  $2.8 \times 10^7$ , and the eco-overload population increased from 33.87% to 65.13%; Ecological footprint increased from 1.439 hm<sup>2</sup> per capita to 1.950 9 hm<sup>2</sup> per capita, whereas, biocapacity declined from 0.951 7 hm<sup>2</sup> per capita to 0.680 2 hm<sup>2</sup> per capita. Therefore, the ecological tension index increased from 1.26 to 2.05, and the grade of ecological safety grade turned from 'a little danger' to 'at risk' level. The ecological economic coordination index decreased from 0.51 to 0.43. The results revealed that the development of Jiangxi province is unsustainable.

**Key words:** ecological footprint; ecological tension index; eco-overload population; ecological economic coordination index

随着人口数量不断增加和人民生活质量日益提高,人类对资源和能源的需求越来越大,废弃物数量也越来越多,人类活动对地球的扰动已使地球不堪负荷。一方面,为争夺资源和能源引发的有形战争

和无形战争日渐升级,威胁国际社会的稳定与健康;另一方面,地球生态系统所提供的产品和服务越来越稀缺<sup>[1]</sup>,约束经济的持续增长。而且,地球生态经济的失衡常以自然灾害的形式表现出来,集中

\* 收稿日期:2008-11-06

基金项目:国家自然科学基金项目(3937055,39670586);陕西理工学院基金项目(SL GQD0618)

作者简介:马彩虹(1974-),女,宁夏西吉县人,硕士,讲师,主要从事生态经济研究。E-mail: mchyan@163.com

释放人与自然的冲突,造成很大的经济损失。因此,测度区域 PRED 系统的运行态势,对区域的可持续发展无疑具有重要的现实意义。鉴于生态足迹理论的优势,广泛被应用于区域可持续发展评价。本文基于生态足迹理论,开发系列衍生模型,以进一步补充和完善该评价方法,并对江西省 1980 年以来生态经济系统耦合态势进行定量分析,以期为该省制定和调控可持续发展战略提供参考依据。

1 研究方法

1.1 资源环境压力指数

生态足迹理论是由加拿大生态经济学家 Rees 和 Wackernagel 于 1996 年正式提出<sup>[2-3]</sup>,是度量生态经济系统运行状态的有效手段之一。任何已知人口的国家或地区的生态足迹表述为生产这些人口所消耗的资源 and 吸纳这些人口所产生的废物所需的生物生产面积。生物生产面积分为耕地、草地、林地、水域、建筑用地和化石燃料用地 6 类。生态承载力指一个区域实际提供给人类的所有生物生产土地面积(包括水域)的总和。计量模型:

$$EF = N \cdot ef = N \sum_{i=1}^n (a_i \cdot r_j) = N \left[ \sum_{i=1}^n (c_i / p_i) \right] \cdot r_j$$
$$(i = 1, 2, 3, \dots, n; j = 1, 2, \dots, 6) \quad (1)$$

$$EC = N \cdot ec = N \sum_{j=1}^6 (a_i \cdot r_j \cdot y_j)$$
$$(j = 1, 2, \dots, 6) \quad (2)$$

式中:  $EF$ ——区域生态足迹;  $EC$ ——区域生态承载力;  $ef$ ——人均生态足迹;  $ec$ ——人均生态承载力;

$N$ ——人口数;  $a_i$ ——第  $i$  种物质人均占用生物生产面积;  $c_i$ ——第  $i$  种物质的人均消费量;  $p_i$ ——第  $i$  种物质的世界平均生产能力;  $i$ ——消费的物质种类;  $j$ ——生物生产面积类型;  $a_j$ ——人均实际占有的生物生产面积;  $r_j$ ——均衡因子;  $y_j$ ——产量因子。

均衡因子为某类生物生产面积的世界平均潜在生产力与全球各类生物生产面积的平均潜在生产力的比值。产量因子是一个国家或地区某类生物生产土地的平均生产力与同类土地的世界平均生产力之间的比值。将该区域每一年的粮食平均产量与全球平均产量相比较,得出耕地的产量因子。建筑用地大都来自产出率高的耕地,产量因子取值与耕地相同。其余土地类型的产量因子按文献[4-6]中对中国生态足迹的计算取值,草地为 0.19,林地为 0.91,水域是 1。

资源环境压力指数( $EPI$ )为人均生态足迹需求与生态承载力的比例关系,可以反映区域生态环境的承压程度。计量模型:

$$ETI = ef / ec \quad (3)$$

通常,资源环境压力指数越大,表示区域的生态压力越大,生态安全性越差。本文中,采用赵先贵等人对世界自然基金会(WWF2004)<sup>[6]</sup>提供的 2001 年全球 147 个国家的生态足迹和生态承载力数据的聚类分析结果,结合考虑世界各国的生态环境和社会经济发展状况,修订了生态安全评价指标等级划分标准(表 1)。

表 1 生态安全评价指标等级划分标准

等级	1	2	3	4	5	6
ETI	> 2.00	2.00 ~ 1.51	1.50 ~ 1.01	1.00 ~ 0.81	0.80 ~ 0.51	< 0.50
状态	很不安全	较不安全	稍不安全	稍安全	较安全	很安全

1.2 生态人口容量

受区域资源禀赋条件的变化和区域消费水平的不同,不同区域或同一区域同时段内的生态系统可承载的人口数量会有很大差异。生态人口容量( $P_{ec}$ )是指满足一定的消费水平下人口的物质资料需求而生态系统保持平衡的最大人口数量。模型为

$$P_{ec} = EC / ef \quad (4)$$

当区域实际人口数量( $P$ )超过生态人口容量,即出现生态超载人口( $P_n$ ),表明区域人口社会经济活动对生态资源的需求超过了区域生态系统的供给能力。模型为

$$P_n = P - P_{ec} > 0 \quad (5)$$

由于不同区域生物生产面积大小的差异,生态

超载人口之间无法直接相比。生态超载率( $I_p$ )是指生态超载人口占人口的百分比,可以实现不同时空条件下人口生态超载情况的可比性。模型为

$$I_p = P_n / P \times 100 \% \quad (6)$$

1.3 生态经济耦合指数

生态占用指数( $EOI$ )是区域人均消费的资源总量(包括可更新资源和不可更新资源)占全球人均消费资源总量的比例,可以反映区域经济发展水平的高低<sup>[5]</sup>。模型为

$$EOI = \overline{ef} / ef \quad (7)$$

式中: $\overline{ef}$ ——同期全球人均生态足迹。

生态经济耦合指数( $EECI$ )为资源环境压力指数和生态占用指数的比值,反映区域社会经济发展

与生态环境的协调性。模型为

$$EECI = EOI / ETI \tag{8}$$

1.4 数据来源

本文所用的江西省的数据主要来源于 1981 - 2007 年江西省统计年鉴<sup>[6]</sup>、《新中国五十年统计资料汇编》中江西省相关数据<sup>[7]</sup>、江西省国土资源厅来源于电子文献。

2 结果与分析

2.1 生态人口容量下降 ,人口超载严重

从 1980 - 2006 年 ,江西人口数量不断增长 ,净增长 1 068. 94 万人。一方面 ,人均生态足迹持续扩大 ,由 1. 439 hm<sup>2</sup> 增长到 2006 年的 1. 950 9 hm<sup>2</sup> ;另一方面 ,区域生态承载力略有下降 ,由 3 112. 10 万 hm<sup>2</sup> 降低为 2 951. 62 万 hm<sup>2</sup> 。人口数量和生态人口容量反向运行 ,人口生态超载现象日益严重(图 1) ,生态超载人口由 1 107. 57 万人增长为 2 826. 19 万人 ,生态超载率由 33. 87 % 提高到 65. 13 % ,近 2/3 的人口超过区域生态系统的承载能力。

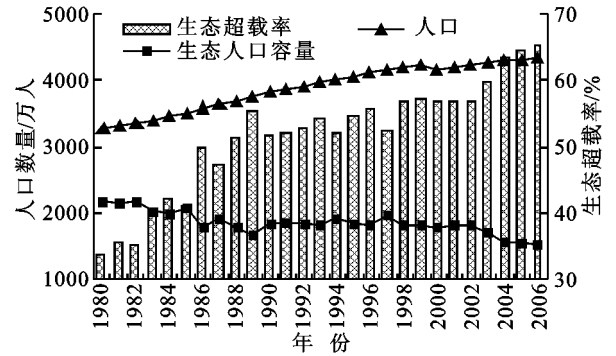


图 1 江西省生态超载人口变化态势

2.2 生态压力指数提高 ,生态安全问题突出

1980 年以来 ,江西省人均生态足迹呈缓慢的波动式上升态势 ,由 1. 439 hm<sup>2</sup> 增长到 1. 950 9 hm<sup>2</sup> 。同期人均生态承载力却逐渐降低 ,由 0. 951 7 hm<sup>2</sup> ,降低为 0. 680 2 hm<sup>2</sup> 。人均生态足迹和人均生态承载力的反向运行 ,使得江西省生态压力指数日益提高 ,生态安全形势日益严重(图 2) 。生态压力指数由 1980 年的 1. 26 增大为 2006 年的 2. 05 ,生态安全等级逐渐降低 ,由 1980 - 1995 年处于“ 稍不安全 ” 状态 ,到 1996 - 2004 年变为“ 较不安全 ” ;2005 - 2006 年形势更加严峻 ,为“ 很不安全 ” 状态。

2.3 区域生态经济耦合态势形势严峻

1980 年以来 ,江西省的生态占用指数总体上呈上升态势 ,由 1980 年的 0. 65 增长到 2006 年的 0. 87 ,多年平均增长率为 0. 81 % 。由于生态压力的增长速度高于生态占用份额的增长速度 ,因此 ,江西

省的生态经济耦合态势为持续走低(图 3) ,经济发展付出了一定的生态代价。1980 年生态经济耦合指数为 0. 51 ,到 2006 年变为 0. 43 ,人地矛盾日益突出。红壤的水土流失、洪水的泛滥、环境的污染已经成为比较典型的问题。因此 ,区域可持续发展面临严峻挑战。

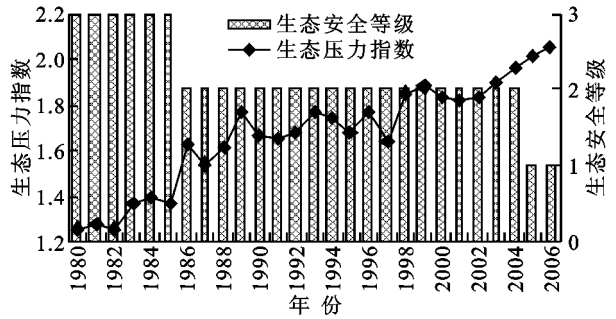


图 2 江西省生态压力变化动态

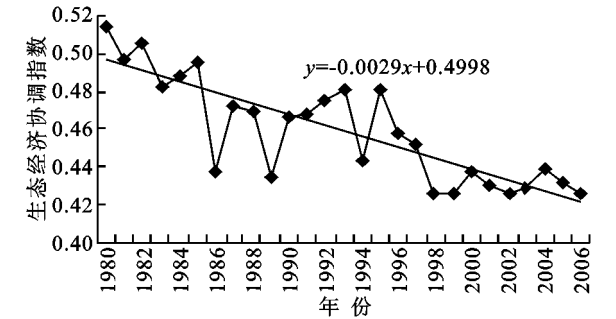


图 3 江西省生态经济协调指数变化动态

3 讨论

3.1 人口数量的增加和消费水平的提高是生态压力日益增大的根源

尽管江苏省自然环境本底较好 ,资源丰富 ,但由于处于长江经济带和京九经济带的中心腹地 ,开发历史较长 ,对自然环境的影响程度比较深刻。随着人口数量持续增长 ,消费水平日益提高 ,人均生态足迹持续扩大 ,人口生态超载现象日益严重 ,生态安全形势越来越严峻 ,区域可持续发展面临严峻挑战。

江西省资源环境压力指数的不断提高表明人类的需求已大大超出了生态经济系统的承受能力。一方面是资源和能源的有限性 ;另一方面是人口的增加和人民消费需求的增长。生态承载力的有限性和生态足迹扩张的无限性造成了生态赤字出现并扩张的必然性。人口数量的不断增加 ,加上人民消费水平的提高 ,无疑增加了生态环境的承载压力。但是 ,生态系统的承载能力却是有限的。为了满足消费需求 ,加大对自然的扰动势在必然。一方面造成对可再生资源的掠夺性开发 ,经济发展的生态成本加大 ;另一方面超额利用自然资源的资本存量 ,向子孙后代“ 借债 ” ,违犯可持续发展的“ 代际公平原则 ” 。此

外,部分生态压力通过贸易方式转移到区域之外,负外部性效应明显。

### 3.2 传统经济增长方式是生态经济系统运行态势恶化的根本原因

江西省地面积 1 670 km<sup>2</sup>,居华东地区各省市的首位;水资源总量为 1.42 × 10<sup>11</sup> m<sup>3</sup>,人均拥有水量高于全国平均水平。雨热同期,物种丰富,矿产资源也比较丰富。这些都说明该省自然环境本底状况良好。之所以出现生态足迹与生态承载力的反向运行态势,这就说明经济行为不符合自然法则重要因素之一。江西省位于中国东部地区,改革开放以来,沿袭了粗放经济的发展道路。虽然经济有了较大发展,但对生态环境的破坏程度也较大。同时,由于城市的扩张,对耕地资源的侵占也比较严重。显然,粗放的经济模式加速了生态经济系统的恶化态势。

### 3.3 寻找经济发展与环境保护的契合点是化解危机的突破口

自然生态系统通过提供社会发展需要的资源和能源以及人类活动的场所,给人类社会的发展提供支撑力;资源和空间的有限性对社会经济的发展造成一定的约束力。从环境决定论、人定胜天论,到可持续发展观,人类逐渐认识到人与自然协调发展的重要性。但是,人类在经济发展的同时也付出了巨大的环境代价。像江西省这样经济发展还相对落后、生态安全形势严峻的省区,未来环境的保护与经济发展将面临艰难的选择。但是可以考虑从以下几方面着手:其一,执行严格的人口政策,着力提高人口素质,努力把人口压力转化为人力资源。因为人口素质对资源可持续利用影响主要表现为一种替代

效应,即当人口素质较高时,对资源的利用率也较高。其二,发展循环经济,根据生态效率理念,当前可以先从企业层次发展清洁生产,加强物质循环,从而降低因资源浪费和粗放开发造成的生态足迹扩大效应。其三,保育生态,维持生态系统的供给能力,尤其要保育耕地、修复污染水域、维护林草资源等。其四,加大新能源开发力度。相对于传统能源,新能源普遍具有污染少、储量大的特点,对于解决严重的环境污染问题和资源(特别是化石能源)枯竭问题具有重要意义。其五,引导人们形成合理的适度消费观念,避免奢侈消费成为主流消费模式。

#### 参考文献:

- [1] 莱斯特·R·布朗(美).生态经济:有利于地球的经济构想[M].林自新,等,译.北京:东方出版社,2002.
- [2] Wackernagel M, Rees W E. Perceptual and structural barriers to investing in natural capital: Economics from an ecological footprint perspective[J]. Ecological Economics, 1997, 20: 3-24.
- [3] 赵先贵,肖玲,兰叶霞,等.陕西省生态足迹和生态承载力动态研究[J].中国农业科学,2005,38(4):746-753.
- [4] 赵先贵,肖玲,马彩虹,等.基于生态足迹的可持续评价体系的构建[J].中国农业科学,2006,39(5):1202-1207.
- [5] WWF. Living planet report 2004. [http://assets.panda.org/downloads/living\\_planet\\_report.pdf](http://assets.panda.org/downloads/living_planet_report.pdf), 2005-1-18, 2006-7-20.
- [6] 中国统计年鉴编辑部.中国统计年鉴[M].北京:中国统计出版社,1981-2007.
- [7] 江西省统计局.江西省统计年鉴[M].北京:中国统计出版社,1981-2007.

(上接第 220 页)

#### 参考文献:

- [1] 王欧.退牧还草地区生态补偿机制研究[J].中国人口·资源与环境,2006,16(4):33-38.
- [2] 李光梅,闵庆文,李文华,等.我国生态补偿研究中的科学问题[J].生态学报,2007,26(10):4289-4300.
- [3] 秦艳红,康慕谊.国内外生态补偿现状及其完善措施[J].自然资源学报,2007,22(4):557-567.
- [4] 熊鹰,王克林,蓝万炼.洞庭湖区湿地恢复的生态补偿效应评估[J].地理学报,2004,59(5):772-780.
- [5] Macmillan D C, Harley D, Morrison R. Cost-effectiveness analysis of woodland ecosystem restoration[J]. Ecological Economics, 1998, 27: 313-324.
- [6] 李金昌.资源核算论[M].北京:海洋出版社,1991.
- [7] 徐建英,陈利顶,吕一河,等.基于参与性调查的退耕还林政策可持续性评价:卧龙自然保护区研究[J].生态学报,2006,26(11):3789-3795.
- [8] 中华人民共和国农业部畜牧兽医司,全国畜牧兽医总站.中国草地资源[M].北京:中国科学技术出版社,1996.
- [9] Wätzold F, Drechsler M. Spatially uniform versus spatially heterogeneous compensation payments for biodiversity-enhancing land-use measures[J]. Environmental and Resource Economics, 2005, 31: 73-93.
- [10] 马骅,吕永龙,邢颖,等.农户对禁牧政策的行为响应及其影响因素研究:以新疆策勒县为例[J].干旱区地理,2006,29(6):902-908.
- [11] 吴顺发,程和侠.关于完善西部生态补偿机制的建议[J].中国农学通报,2007,23(8):436-439.