

社会经济因素对中部地区 环境压力的影响分析^{*}

以江西省为例

刘 昕 熊晓波 贾俊松 赵 鸣 邓红兵

内容摘要 文章采用生态足迹作为环境压力的测量指标,以江西省为例基于 STIRPAT 模型定量分析了 1990~2006 年人口、经济(人均 GDP)和社会(主要是城市化率和产业比重)因素对环境压力的具体作用。研究表明:(1)生态足迹和人均生态足迹总体呈上升趋势;(2)人口数量是江西省生态足迹增大的一个主要影响因子;(3)经济发展对环境压力产生正效应;富裕程度增加也将加剧人类对环境的影响;(4)城市化带来的消费结构改变和数量加大有可能导致环境压力的增大;(5)降低第一、二产业的比重有利于减少环境压力。

关键词: 环境压力;生态足迹;STIRPAT 模型

作者简介 刘昕、熊晓波、贾俊松,中国科学院生态环境研究中心博士生;赵鸣,中国科学院生态环境研究中心博士、北京林业大学教授;邓红兵,中国科学院生态环境研究中心研究员。北京:100085

1 研究背景

我国中部地区拥有巨大的市场、丰富的劳动力资源、较好的产业基础和能源原材料供应等有利条件,近年来,社会经济均呈现出快速发展态势,能源、原材料、食品加工、制造业等优势产业的支撑地位进一步巩固。中部地区要实现可持续发展,必须推动经济发展与人口、资源、环境相适应,努力建设资源节约型和环境友好型社会。

定量分析人类活动对环境压力的影响,是可持续发展研究的热点之一(王立猛等,2006;刘宇辉等,2004;马晓钰,2007)。生态足迹指的是生产任何已知人口(某个人、一个城市或一个国家)所消费的所有资源和吸纳这些人口所产生的所有废弃物所需要的生物生产性土地面积(Wackenagel,1997)。STIRPAT 模型作为定量讨论人口、富裕和技术条件变化对环境压力影响的随机回归模型,早期的运用主要是估计人文因素对国际上 CO₂ 排放和其它污染物排放的影响(Dietz T,1997),国内相关的研究是围绕全国范围内人口、富裕与环境、水资源和能源消费等关系展开探讨(王立猛等,2006;徐中民等,2005;龙爱华等,2006)。本文选取位于中部地区的江西省为实例,收集 1990~2006 年的数据,在 STIRPAT 模型基础上分析多年来人口、人均 GDP、城市化和产业比重对于生态足迹的影响,从而为中部地区经济社会和生态环境和谐发展提供研究依据。

2 研究区域

江西省属长江中游地区,全省土地面积 16.69 万平方公里,境内东南西三面群山环绕,北有鄱阳湖,内侧丘陵广亘,中部平原坦荡,地势由外及里、自南而北向鄱阳湖倾斜。地貌以山地、丘陵为主,山地占 36%,丘陵占 42%,岗地、平原、水域占 22%。江西省属典型的南方丘陵红壤区,红壤占土地总面

* 本研究受到国家自然科学基金项目资助(批准号:70325002 40841001)。

积的 70.6%, 又属亚热带湿润气候区, 光照充足, 雨量充沛, 无霜期长, 农业资源丰富。

江西省经济发展以自然资源开发利用为主, 是国家的商品粮生产基地。由于自然、历史原因和人口快速增长, 出现了一些毁林种粮、围湖造田等破坏性行为, 导致水土流失、水旱灾害频繁等生态环境恶化问题。

3 江西省生态足迹的 STIRPAT 模型分析

3.1 生态足迹计算

$$EF = N[ef] = (aa_i) = (c_i/p_i) \quad (1)$$

(1) 式中, i 为消费商品投入的类型, p_i 为 i 种消费商品的平均生产能力, c_i 为 i 种商品的人均消费量, aa_i 为人均 i 种交易商品折算的生物生产面积(其值是未折算的生物生产面积与均衡因子的乘积), N 为人口数, ef 为人均生态足迹, EF 为总的生态足迹(徐中民等, 2002)。

3.2 STIRPAT 模型简介

Ehrlich 和 Holdren 提出的环境压力等式建立了人文因素与环境影响之间的账户恒等式(Ehrlich P. R., 1971; Daily G. C., 1992)。

$$I = PAT \quad (2)$$

其中, I 为环境压力、 P 为人口数量、 A 为富裕度(通常以人均 GDP 表示)、 T 为技术(以单位 GDP 产出的环境压力衡量)。

York、Dietz 和 Rosa 等以 IPAT 等式为基础改造的随机回归影响模型即 STIRPAT 模型, 通过对人口、富裕和技术的回归分析各因素对环境压力的影响(York R., 2003)。STIRPAT 模型提供了一个简单的分解人文因素对环境影响的因果分析框架, 其优点是可以定量分析人类活动对环境压力的影响(徐中民等, 2005)。

$$I = aP^b A^c T^d e \quad (3)$$

上式中, a 为标度该模型的常数项, b 、 c 、 d 是 P 、 A 和 T 的指数项, e 是误差项。

对式(3)进行对数化处理得到式(4), 可以测试人文因素对环境的影响(York R., 2003):

$$\ln(I) = \ln a + b \ln(P) + c \ln(A) + d \ln(T) + \ln e \quad (4)$$

4 结果分析与讨论

4.1 1990~2006 年江西省生态足迹变化分析

根据 1991~2007 年江西统计年鉴中生物资源消费和能源消费的相关数据, 按照式(1)计算江西省 1990~2006 年的生态足迹值。在生态足迹计算中, 生物生产面积主要考虑以下 6 种类型: 耕地、草地、林地、水域、建筑用地和化石能源用地, 采用的均衡因子分别为 2.8、0.5、1.1、0.2、2.8、1.1(徐中民等, 2002)。

从图 1 可以看出, 1990~2006 年江西省生态足迹和人均生态足迹总体呈上升趋势, 在构成生态足迹的 6 种类型土地面积中, 耕地和化石能源用地所占比重很大, 同时建筑用地面积增长最快, 草地、林地、水域面积也有所上升。2006 年人均生态足迹为 1.6838 公顷, 相比 1990 年增幅达 72.9%。生态足迹的变化趋势可以分为 4 个阶段: 1990~1995 年, 人均生态足迹上升趋势比较明显, 年增幅为 2.27%; 1995~1997 年生态足迹变化不大; 1998~2002 年生态足迹降低, 这可能是由于自 1998 年自然灾害以来使得环境保护的意识得到了普遍重视, 生态建设的加强削减了人们对环境压力的影响; 2002~2006 年生态足迹又进入持续增加的阶段, 年增幅为 4.40%。1990~2006 年江西省生态足迹的变化说明江西省自然资源的利用程度在不断加大, 这一时期人口增长、工业发展、能源消耗和建筑用地迅速上升, 以及居民生活消费需求由基本性粮食向动物性食品的转变都是造成人均生态足迹不断加大的原因。

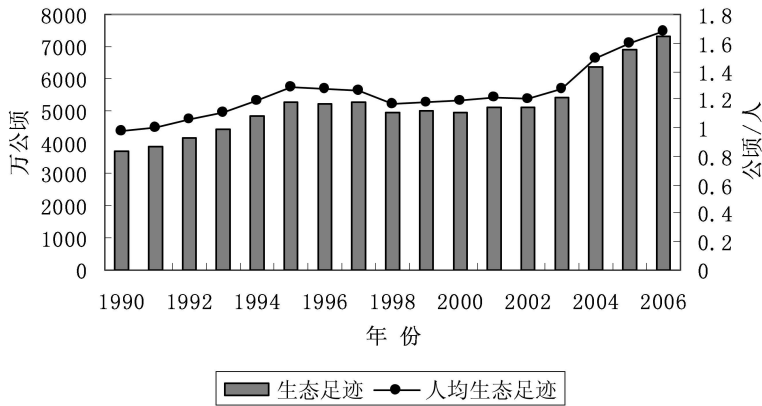


图1 1990~2006年江西省生态足迹的变化

4.2 1990~2006年人口、经济及社会因素对生态足迹影响分析

选取生态足迹(I)、人口(P)、人均真实GDP(A)、城市化率(T_1)和第一、二产业生产总值占总生产总值的比例(T_2)构成STIRPAT模型。其中,人均真实GDP是当年的GDP除以相比1978年以来消费价格指数的变化,城市化率是城市人口占总人口的比重。为消除分析中所产生的共线性问题,用人均真实GDP的二次项代替人均真实GDP值,二次项处理是用人均真实GDP的对数减去人均真实GDP对数的平均值,然后平方得到人均真实GDP的平方项(徐中民,2005)。同理可得城市化率的二次项和第一、二产业生产总值占总生产总值的比例的二次项。

表1 社会经济因素对生态足迹的影响

变量	模型1	模型2	模型3	模型4	模型5
$\ln a$	-63.588 (-5.956**)	-53.862 (-7.438**)	-40.296 (-4.370**)	-22.456 (-2.210*)	-49.087 (-5.284**)
$\ln P$	4.637 (7.623**)	4.081 (9.879**)	3.314 (6.310**)	2.290 (3.951*)	3.814 (7.210**)
$(\ln A)^2$	0.210 (1.448)			-0.725 (-3.623*)	0.233 (2.088)
$(\ln T_1)^2$		1.392 (3.243*)		3.781 (5.176**)	
$(\ln T_2)^2$			-16.404 (-2.848*)		-17.068 (-3.293*)
F	34.361	55.999	49.820	74.039	42.634
P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
R^2	0.831	0.889	0.877	0.945	0.908
D-W	0.560	0.670	0.756	1.230	1.131
$\ln a$	17	17	17	17	17

注:*表示在5%水平上显著,**表示在1%水平上显著。

如表1所示,模型的拟合度分别为89.1%、88.9%、87.7%、94.5%和90.8%,说明回归方程拟合很好。模型1中人口总数的系数为正,说明在人口和富裕度的作用下,随着人口增加,其对环境压力的影响作用将加剧,回归系数为4.637,表示在其它条件相同的情况下,人口数量增加1%导致生态足迹增加4.637%;人均真实GDP的增大也带来生态足迹的增加,经济发展对环境压力产生正效应。模型2讨论环境压力在人口和城市化的影响下的变化模型,人口数量对环境的正效应程度稍有减小,但系数为正,因此控制人口增长仍能够有效减轻环境压力。城市化与生态足迹呈同向的变化趋势,二次项的回归系数为1.392。由此可知,城市化带来的消费结构改变和数量加大有可能导致环境压力的增大;模型3中第一、二产业占总产业比重的系数为-16.404,说明第一、二产业占总产业比重减小,生态足迹降低,这是由于制造业为基础的经济相比服务业为基础的经济对于自然资源的需求更大,因此通过产业结构调整,可以明显减小人类活动对环境的影响;模型4考虑人口、富裕度和城市化的共同

作用,城市化率的系数为-0.725,从城市化与人均GDP的相关系数分析可得,二者相关系数为0.724 ($p < 0.01$),可能是影响模型4的回归结果的原因;模型5考虑人口、富裕度和产业比重的三个因素的综合影响,所得结果与模型1和模型2一致,再次验证人口和富裕度对环境压力产生正效应,而第一、二产业比重的减少有利于降低环境压力。

5 研究结论

生态足迹是表征能够持续地提供资源和消纳废物的具有生物生产力的地域空间大小的一个指标。本文采用生态足迹作为环境压力的衡量指标,利用STIRPAT模型得到生态足迹总量与人口、人均GDP、城市化和产业结构的多元线性模型,拟合效果很好,建立了社会经济因素与环境压力的关系。主要结论如下:

(1) 生态足迹作为具体的生物物理量角度评估区域可持续发展程度和量度维持人类的自然资源消费量,可以用来讨论社会经济因素对于环境压力的影响。

(2) 1990~2006年江西省生态足迹和人均生态足迹总体呈上升趋势,人口数量是当前影响生态足迹变化的一个主要正效应因子。中部人口基数大,也是中国农民最为集中的地区,必须有效控制人口数量,尤其是农村地区的人口增长。

(3) 富裕程度增加也将加剧人类对环境的影响。中部地区在经济社会发展的同时,应该注重生态环境建设,增强抵御自然灾害能力。

(4) 城市化扩张将加大人类活动对环境的压力,通过合理推进中部地区城市化的进程,优化城乡结构,缓和人地之间日益激化的矛盾。

(5) 降低第一、二产业的比重有利于减少环境压力。中部地区要达到经济发展与环境保护双重目标同时兼顾,首先必须改变目前的经济发展方式,产业重点从第一和第二产业逐步转为第三产业,同时积极开发清洁能源,提高现有资源的利用率和生产力。

参考文献:

- 1 Wackernagel M., Rees W. E. Perceptual and structural barriers to investing in natural capital, economics from an ecological footprint perspective. *Ecological Economics*, 1997; 3
- 2 王立猛,何康林.基于STIRPAT模型分析中国环境压力的时间差异——以1952~2003年能源消费为例. *自然资源学报*, 2006: 862
- 3 刘宇辉,彭希哲.中国历年生态足迹计算与发展可持续评估. *生态学报*, 2004: 2257
- 4 马晓钰.基于生态足迹理论的生态人口过剩. *广东社会科学*, 2007: 189
- 5 Dietz T., Rosa E. A. Effects of population and affluence on CO₂ emissions. *Proceedings of the National Academy of Science*, 1997: 175
- 6 徐中民,程国栋.中国人口和富裕对环境的影响. *冰川冻土*, 2005: 767
- 7 龙爱华,徐中民,王新华等.人口、富裕及技术对2000年中国水足迹的影响. *生态学报*, 2006: 3358
- 8 张维庆.人口问题是中国可持续发展的首要问题. *人口研究*, 2000; 1
- 9 徐中民,陈东景,张志强等.中国1999年的生态足迹分析. *土壤学报*, 2002: 441
- 10 王如松,陈亮.中国人口生态态势的系统分析和空间发展格局探讨. *人口研究*, 2007; 2
- 11 Ehrlich P. R., Holdren J. P.. The impact of population growth. *Science*, 1971: 1212
- 12 Daily G C, Ehrlich P. Population, sustainability and earth's carrying capacity. *Bioscience*, 1992: 761
- 13 York R, Rosa E A, Dietz T. STIRPAT, IPAT and ImPACT: analytic tools for unpacking the driving forces of environmental impacts. *Ecological Economics*, 2003: 351