

长株潭三市生态足迹及其对经济增长的影响

——兼论“两型社会”试验区生态建设方略

杨 友¹, 冯国禄², 邹冬生^{*1}, 刘长生³

(1.湖南农业大学 生物科学技术学院, 湖南 长沙 410128; 2.吉首大学 旅游学院, 湖南 张家界 427000;
3.湖南商学院 旅游管理学院, 湖南 长沙 410205)

摘 要: 基于“两型社会”试验区长沙、株洲、湘潭三市 1978—2010 年度的面板数据, 利用生态足迹修正模型, 测算其生态足迹的年度变化规律, 并将生态资源作为一种社会资本融入到社会生产函数中, 利用经典的经济增长模型分析人力资本、实物资本、生态足迹等相关生产要素与经济增长之间的内在影响关系。结果表明: 试验区中三个地区的生态足迹值相对较大, 都呈现出递增的变化规律, 能源生态足迹占生态足迹的比重相对较大, 生态足迹和经济增长之间呈现正向关系, 但这种变化规律在不同经济发展区域呈现出显著的地区差异性。

关 键 词: 生态足迹; 经济增长; 两型社会; 长沙市; 株洲市; 湘潭市

中图分类号: F830.92

文献标志码: A

文章编号: 1009-2013(2011)05-0017-08

Effect of ecological footprint on economic growth of Chang-zhu-tang city cluster: Simultaneous comment on the ecological construction of “dual-model society” trial area

YANG You¹, FENG Guo-lu², ZOU Dong-sheng^{*1}, LIU Chang-sheng³

(1. College of Bioscience and Biotechnology, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China; 2. Jishou University, Zhangjiajie 427000, China; 3. School of Tourism Management, Hunan University of Commerce, Changsha 410205, China)

Abstract: Based on panel data of Chang-zhu-tang “dual-model society” from 1978 to 2010, using ecological footprint model and classical economic growth model, the article analyzes the yearly changing rule of ecological footprint as well as the inner affecting relation between economic growth and productive factors for human capital, physical capital and ecological capital. This paper obtains the main results as follows: Ecological footprints in these three areas are very great, and all take on the changing rule of increasing by degrees; the proportion of energy ecological footprint in ecological footprint is comparatively big, and there is a positive relation between ecological footprint and economic growth, however, these effects take on a distinct differences among Changsha, Zhuzhou and Xiangtang city.

Key words: ecological footprint; economic growth; dual-model society; Changsha city; Zhuzhou city; Xiangtan city

一、问题的提出

为了落实国家推动区域协调发展方针和中部崛起战略, 推动东、中、西部协调发展, 2007 年 12 月 14 日, 经报请国务院同意, 国家发展和改革委员会批准长沙、株洲、湘潭(简称长株潭)城市群为全国“两型社会”(资源节约型和环境友好型社会)

建设综合配套改革试验区。根据要求, 长株潭三市应在空间开发与布局、两型产业发展、城市群循环经济发展、环境保护、生态建设、土地利用、水资源综合利用、物流业发展、工业布局等方面取得突破性的进展, 最终实现社会、经济可持续与协调发展。据报道, 2010 年, 长株潭三市的常住人口达 1 342.28 万人, 地区生产总值达(GDP)6 715.87 亿元, 全年城镇居民人均可支配收入 20 172 元, 全年农村居民人均可支配收入 8 705 元, 分别为 2001 年的 5.2 倍、2.6 倍、3.1 倍, 其 GDP 占湖南省 GDP 的比例达 42.23%。但其生态影响与能源消费也日益增

收稿日期: 2011-09-12

基金项目: 高等学校博士点基金(2009432010001)

作者简介: 杨 友(1971—), 男, 湖南永顺人, 博士研究生, 主要从事农业生态经济研究。*为通讯作者。

加。如2010年度,其农产品、动物产品、林产品、水产品生产消费总量也分别占到全省消费量的24.23%、23.55%、20.21%、27.32%;原煤、原油、电力消费总量分别达到18 003 810吨、1 299 973吨、1 728 220千瓦时,分别占湖南消费总量的49.12%、44.21%、39.27%。由此可见,长株潭“两型社会”试验区发展资源节约与环境友好的产业结构与消费模式任重道远。因此,基于生态视角研究其经济增长方式转变路径和策略具有十分重要的现实意义。

关于生态足迹与经济增长之间所存在的内在关系,国内外相关学者进行了较为深入的研究,如梅艳^[1]采用协整分析、误差修正模型、脉冲响应和方差分解等计量经济方法,分析了江苏省生态足迹和经济增长的动态变化特征;陈惠雄^[2]实证分析了浙江省经济增长、生态足迹与可持续发展能力的内在关系;张可^[3]根据中国30个省(市)1999—2008年的相关统计数据,利用Johansen协整检验和格兰杰因果检验对人口红利、生态足迹与经济增长之间的内在因果关系进行实证检验;Alessandro Galli^[4]以中国和印度为例,研究经济全球化背景下的经济增长对生态足迹影响;Mattila^[5]基于芬兰2002—2005年的实证数据,实证分析生态足迹与GDP的变化路径与波动规律的内在影响机制。自长株潭“两型社会”试验区成立以来,相关学者对其取得的成绩及其存在的问题进行了重点研究。叶文忠^[6]研究了长株潭城市群“两型社会”建设的内涵和特征及其社会经济影响;付景涛^[7]对长株潭城市群“两型社会”建设主体的合作博弈进行了相应的研究;许涤龙^[8]构建了经济与环境协调度的评价指标体系、计算模型和分类判别标准,对长株潭“3+5”城市群“两型社会”建设试验区经济与环境的协调度进行实证研究。张丽华等^[9,10]阐述了“两型社会”建设试验区设立的最根本目的、立足点、要解决的关键问题及建设目标,提出了“两型社会”建设中长株潭旅游产品开发模式。但是,很少有人从生态足迹的角度来研究长株潭城市群“两型社会”试验区建设过程当中能源消费消耗、生态资源消费与社会经济发展的相互影响。笔者拟基于相关学者所提出的生态足迹模型,对长株潭城市群“两型社会”建

设过程当中生态足迹、能源足迹进行相应的测算,并利用面板计量模型,以长沙市、株洲市、湘潭市三地区的面板数据,分析生态足迹、能源足迹对经济增长的影响,以期为长株潭城市群“两型社会”试验区建设提供依据。

二、有关理论模型的建构

为了分析长株潭城市群“两型社会”试验区生态足迹及其对经济增长的影响,笔者首先对生态足迹模型进行相应的修正,然后构建生态足迹对经济增长影响的计量经济学模型,从理论上分析这种内在影响的关联性。

(一)生态足迹模型及其计算公式

生态足迹相关理论及其计算方法最早由生态经济学家William E.Rees^[11]提出,后经相关学者不断完善与修正,形成了定量测量人类对自然资源利用程度及其自然生态资源对社会经济系统所产生的支持服务功能的一种直观的、较具操作性的方法。生态足迹是在当今技术条件下支持一个特定地区的经济和人口的物质、能源消耗和各种废弃物处理所要求的土地和水等生态资本的数量。生态足迹模型通过测算人类对自然生态资源的利用量和生态环境对人类生命的支撑能力来考察生态资本的供给与需求之间的差距。它反映了人类对生态资源的利用程度和生产消费活动给生态环境带来的压力。生态足迹的计算公式是以耕地、草地、林地、水域、化石燃料用地和建筑用地六种生态性土地面积为基础^[12]。其中,农产品消费折算为耕地面积,动物产品消费折算为草地面积,林产品消费折算为林地面积,水产品消费折算为水域面积,煤、油、天然气、液化石油气等产品消耗折算为化石燃料用地,电力及热力的消耗折算为建筑用地。生态足迹的计算是将上述6类具有不同生态生产力的生物生产面积加权求和。生态足迹又可分为两大类型:其一是生物资源生态足迹,其二是能源生态足迹。由于William E.Rees等相关学者最初所设计的生态足迹的计算公式使用的是消费产品的直接贸易量调整方法,是基于国家尺度层面对贸易过程的简化思考,将其直接应用于长株潭城市群这一地区时会

存在很多困难, 因此, 笔者借鉴白钰^[13]的研究方法, 设立相应的系数来对宏观贸易调整法进行相应的调整, 其计算公式如下:

$$EF = R_1 \frac{C_1}{P_1} + R_2 \frac{C_2}{P_2} \quad (1)$$

$$R_1 \frac{C_1}{P_2} = R_{11} \frac{C_{11}}{P_{11}} + R_{12} \frac{C_{12}}{P_{12}} + R_{13} \frac{C_{13}}{P_{13}} + R_{14} \frac{C_{14}}{P_{14}} \quad (2)$$

$$R_2 \frac{C_2}{P_2} = R_{25} \frac{C_{25}}{P_{25}} + R_{26} \frac{C_{26}}{P_{26}} \quad (3)$$

$$R_{1i} = \frac{H \times EC}{G_P + G_F} \quad i=1,2,3,4 \quad (4)$$

$$R_2 = \frac{E_F/E}{G_F \times \frac{G-A-W}{G}} \times H \times EC + \frac{1-E_F/E}{(G-G_F) \times \frac{G-A-W}{G}} \times (C-H \times EC) \quad i=5,6 \quad (5)$$

其中(1)式中的 EF 表示生态足迹, 是生物资源生态足迹和能源生态足迹之和; (2)式表示生物资源生态足迹, 为耕地、草地、林地、水域四种生物资源的生态足迹之和; (3)式表示煤、油、天然气、液化石油气等产品消耗折算为化石燃料用地, 电力及热力的消耗折算为建筑用地, 并且通过宏观贸易调整系数调整的能源生态足迹; (4)—(5)式分别表示生物资源生态足迹和能源生态足迹的宏观贸易调整系数。 H 为居民消费支出, EC 为恩格尔系数, G_P 为第一产业国内生产总值, G_F 为食品类加工业国民生产总值, E 为能源总消耗量, C 为最终消费总额, 包括居民消费和政府消费, E_F 为食品类产业的能源消耗量, G 为国内生产总值, A 为固定资产投资总额, W 为劳动者工资总额。

(二)生态足迹对经济增长影响的理论及其计量模型设定

1. 基于生态足迹的经济增长模型的基本假定

本研究将生态资源作为一种社会资本融入到社会生产函数中来分析相关生产要素对经济增长的影响。参照史仕新、刘鸿渊^[14]等相关学者研究, 本文假设整个社会存在如下社会生产函数:

$$Y = F(A, L, K, E, H) = K^\alpha H^\beta E^\gamma (AL)^{1-\alpha-\beta-\gamma} \quad (6)$$

其中 α 、 β 、 γ 大于 0, $\alpha + \beta + \gamma$ 小于 1, K 、 L 、 H 、 E 、 A 分别表示物质资本、劳动者人数、人力资本、生态资本、技术。劳动力增长率为 n , 其动态运动方程如下:

$$L_{t+1} = (n+1)L_t \quad (7)$$

假设技术进步是外生变量, 且是以固定不变的速度 g 增加, 整个社会物质资本、人力资本、生态资本投资都源自于整个社会生产总产品的物质积累, 其动态运动方程如下^[8]:

$$g = A(t+1)/A(t) \quad (8)$$

$$K(t) = s_K Y(t) \quad (9)$$

$$H(t) = s_H Y(t) \quad (10)$$

$$E(t) = s_E Y(t) \quad (11)$$

$$s_K + s_H + s_E \leq s \quad (12)$$

其中 s_K 为整个社会的物质资本边际积累倾向, 即在一定时期内整个社会所生产出来的所有产品用于物质资本投资所占的比例。 s_H 为整个社会的人力资本边际积累倾向, 即在一定时期内整个社会所生产出来的所有产品用于人力资本投资所占的比例。 s_E 为整个社会的生态资本边际积累倾向, 即在一定时期内整个社会所生产出来的所有产品用于生态资本投资所占的比例。 s 为整个社会中用于储蓄所占的比重, (12)式是假设该社会是一个封闭经济体, 不存在外部资本流入。产出、物质资本、人力资本、生态资本的有效劳动均分别以小写的形式 y , k , h , e 来表示。

2. 基于生态足迹的经济增长的动态分析

首先将(9)、(10)、(11)式分别代入到(6)式, 就可以分别得到实物资本、人力资本与生态资本的动态运动方程的表达式:

$$K = s_K K^\alpha H^\beta E^\gamma (AL)^{1-\alpha-\beta-\gamma} \quad (13)$$

$$H = s_H K^\alpha H^\beta E^\gamma (AL)^{1-\alpha-\beta-\gamma} \quad (14)$$

$$E = s_E K^\alpha H^\beta E^\gamma (AL)^{1-\alpha-\beta-\gamma} \quad (15)$$

由 $y = \frac{Y}{AL}$ 两边分别对时间求导可知:

$$\frac{\dot{y}(t)}{y(t)} = \alpha \frac{\dot{k}(t)}{k(t)} + \beta \frac{\dot{h}(t)}{h(t)} + \gamma \frac{\dot{e}(t)}{e(t)}$$

假设资本折旧率为 σ , 由 $k = \frac{K}{AL}$ 两边分别对

时间求导可知:

$$\begin{aligned} \dot{k}(t) &= s_K y(t) - (n + g + \sigma)k(t) \\ &= s_K k(t)^\alpha h(t)^\beta e(t)^\gamma - (n + g + \sigma)k(t) \end{aligned}$$

由 $h = \frac{H}{AL}$ 两边分别对时间求导可知:

$$\begin{aligned} \dot{h}(t) &= s_h y(t) - (n + g + \sigma)h(t) \\ &= s_K k(t)^\alpha h(t)^\beta e(t)^\gamma - (n + g + \sigma)h(t) \end{aligned}$$

由 $e = \frac{E}{AL}$ 两边分别对时间求导可知:

$$\begin{aligned} \dot{e}(t) &= s_e y(t) - (n + g + \sigma)e(t) \\ &= s_K k(t)^\alpha h(t)^\beta e(t)^\gamma - (n + g + \sigma)e(t) \end{aligned}$$

则在平衡增长路径上时: $\dot{k}(t)=0$ 、 $\dot{h}(t)=0$ 、 $\dot{e}(t)=0$, 且有下式成立:

$$s_K k(t)^\alpha h(t)^\beta e(t)^\gamma = (n + g + \sigma)k(t) \quad (16)$$

$$s_K k(t)^\alpha h(t)^\beta e(t)^\gamma = (n + g + \sigma)h(t) \quad (17)$$

$$s_K k(t)^\alpha h(t)^\beta e(t)^\gamma = (n + g + \sigma)e(t) \quad (18)$$

分别对(16)—(18)式两边求对数,再求解这一线性方程组,可得 $\ln k(t)^*$, $\ln h(t)^*$, $\ln e(t)^*$, 代入下式

$$\ln y(t)^* = \alpha \ln k(t) + \beta \ln h(t) + \ln e(t)$$

则可以得到均衡产出的动态方程式如下:

$$\begin{aligned} \ln y(t)^* &= \frac{\alpha}{1-\alpha-\beta-\gamma} \ln s_K + \frac{\beta}{1-\alpha-\beta-\gamma} \ln s_H \\ &+ \frac{\gamma}{1-\alpha-\beta-\gamma} \ln s_E - \frac{\alpha+\beta+\gamma}{1-\alpha-\beta-\gamma} \ln(n+g+\sigma) \quad (19) \end{aligned}$$

结论: 当 $s_K+s_H+s_E=s$ 时, 在某一时点上, 欲使每单位有效劳动的平均产量最大, 需要 $\alpha/s_K = \alpha/s_H = \alpha/s_E$, 要使产量最大, 那么整个社会的物质资本、人力资本与生态资本的投入份额之比应是它们产出的弹性之比。由此可知, 当在一定时期内, 物质资本、人力资本与生态资本必须协调增长, 社会经济才能实现稳定增长, 也就是说, 社会、经济、自然生态环境各子系统都要全面地协调发展, 才能实现经济增长的可持续发展。

3. 生态足迹对经济增长影响的实证计量模型设定

从理论分析可知, 生态资本与经济增长之间存在一种内在的影响关系, 这种关系也受到物质资本

与人力资本等相关因素的影响。为实证验证这种内在关系, 本文构建生态足迹对经济增长率影响的面板计量模型。模型(19)既包含时间序列变量的动态调整过程, 也存在不同经济区域的个体效应, 这种影响关系在实证分析中可以进行如下设定:

$$\begin{aligned} \ln GDP_{it} &= \chi_{1i} \ln K_{it} + \chi_{2i} \ln L_{it} \\ &+ \chi_{3i} \ln H_{it} + \chi_{4i} \ln E_{it} + d_{5i} + \psi_{it} \quad (20) \end{aligned}$$

其中, d_{5i} 表示特定经济区域的个体效应; GDP_{it} 为不同时期不同区域经济增长率; K_{it} 为不同时期不同区域的固定资产投资, L_{it} 为不同时期不同区域的就业者人数, H_{it} 为不同时期不同区域的人力资本投资, E_{it} 为不同时期不同区域的生态足迹, 各个变量都分别以对数形式在方程中出现; ψ_{it} 为随机扰动项。本文首先通过 Pool 回归并利用 Swamy g-统计量来检验面板数据模型方程(20)是随机效应模型还是固定效应模型, 然后, 判别面板模型的具体形式:

第一, 变截距模型, 在不同方程中 $d_1 \neq d_2 \neq d_3$ 、自变量的系数值相同;

第二, 变系数模型, 在不同方程中 $d_1 \neq d_2 \neq d_3$ 、自变量的系数值也不相同;

第三, 混合回归模型, 在不同方程中 $d_1=d_2=d_3$ 、自变量的系数值相同。

只有通过检验所研究的问题究竟是上述三种情况中的哪一种, 才能最终确定模型的形式, 否则模型的设定会不正确, 导致结果产生较大的偏差。通常使用的方法是协方差检验分析, 通过 F 检验来进行统计检验, 计算公式如下:

$$\begin{aligned} F_1 &= \frac{(S_2 - S_1) / ((n-1)K)}{S_1 / (n(T-K-1))} \\ F_1 &\sim F((n-1)K, n(T-K-1)) \quad (21) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_2 &= \frac{(S_3 - S_1) / ((n-1)(K+1))}{S_1 / (n(T-K-1))} \\ F_2 &\sim F((n-1)(K+1), n(T-K-1)) \quad (22) \end{aligned}$$

其中 n 为横截面数, T 为时期数, K 为解释变量个数, S_1 、 S_2 、 S_3 分别为变系数模型、变截距模型、混合回归模型估计后所得的残差平方和。 F_1 的原假设为: 因变量系数相同, 截距不同; F_2 的原假设为: 因变量系数相同, 截距相同。

三、长株潭三市生态足迹及其对经济增长的影响

(一) 数据来源及相关变量说明

本文选择的样本数据是湖南省长株潭三市 1978—2010 年的面板数据。经济增长率、总产出、劳动、实物资本、人力资本、耕地、草地、林地、水域、煤、油、天然气、液化石油气、电力及热力等相关产品消费与生产数据来自湖南省各个不同年度的统计年鉴和长株潭三市各年度的统计年鉴、《中经网统计数据库》，总产出是三个地区按可比价格计算的 GDP；总劳动是三个地区就业总人数；总物质资本是笔者模拟的数据，即首先根据三个地

区每年的资本积累，采用永续盘存法模拟出名义资本存量，然后用各省份 GDP 缩减指数进行平滑，最后得到三个地区的物质资本存量；笔者采用 Hall 和 Jones^[15] 的米克纳 (Micner) 方法模拟三个地区的人力资本存量，即首先计算各个地区 6 岁及以上人口中各种文化程度人口的比重，然后计算各地区 6 岁以上人口平均受教育年数，最后采用 Hall 和 Jones 的方法模拟各地区的人才资本存量。

(二) 长株潭三市生态足迹的年度变化

根据公式 (1)—(5) 计算长株潭三市生态足迹与能源生态足迹 (表 1)。从表 1 的具体计算结果来看，三个地区的生态足迹的具体数值呈现出如下不同的变化规律：从生态足迹值的相对比较来看，长沙

表 1 长沙、株洲、湘潭三市生态足迹与能源生态足迹的年度变化

年份	生态足迹			能源生态足迹		
	长沙市	株洲市	湘潭市	长沙市	株洲市	湘潭市
1978	2.312 2	2.011 1	1.779 1	0.924 9	1.407 8	1.156 4
1979	2.343 3	2.042 2	1.810 2	0.937 3	1.429 5	1.176 6
1980	2.358 7	2.057 6	1.825 6	0.943 5	1.440 3	1.186 6
1981	2.365 4	2.064 3	1.832 3	0.946 2	1.445 0	1.191 0
1982	2.380 9	2.079 8	1.847 8	0.952 4	1.455 9	1.201 1
1983	2.398 7	2.097 6	1.865 6	0.959 5	1.468 3	1.212 6
1984	2.406 7	2.105 6	1.873 6	0.962 7	1.473 9	1.217 8
1985	2.434 4	2.133 3	1.901 3	0.973 8	1.493 3	1.235 8
1986	2.465 7	2.164 6	1.932 6	0.986 3	1.515 2	1.256 2
1987	2.473 2	2.172 1	1.940 1	0.989 3	1.520 5	1.261 1
1988	2.493 3	2.192 2	1.960 2	0.997 3	1.534 5	1.274 1
1989	2.510 2	2.209 1	1.977 1	1.004 1	1.546 4	1.285 1
1990	2.526 7	2.225 6	1.993 6	1.010 7	1.557 9	1.295 8
1991	2.563 4	2.262 3	2.030 3	1.025 4	1.583 6	1.319 7
1992	2.570 1	2.269 0	2.037 0	1.028 0	1.588 3	1.324 1
1993	2.582 2	2.281 1	2.049 1	1.032 9	1.596 8	1.331 9
1994	2.590 1	2.289 0	2.057 0	1.424 6	1.602 3	1.439 9
1995	2.602 2	2.301 1	2.069 1	1.431 2	1.725 8	1.448 4
1996	2.636 4	2.335 3	2.103 3	1.450 0	1.751 5	1.472 3
1997	2.703 9	2.402 8	2.170 8	1.487 1	1.802 1	1.519 6
1998	2.812 7	2.511 6	2.279 6	1.547 0	1.883 7	1.595 7
1999	2.928 3	2.627 2	2.395 2	1.610 6	1.970 4	1.676 6
2000	3.033 8	2.732 7	2.500 7	1.668 6	2.049 5	1.750 5
2001	3.095 6	2.794 5	2.562 5	1.702 6	2.095 9	1.793 8
2002	3.196 2	2.895 1	2.663 1	1.757 9	2.171 3	1.864 2
2003	3.242 2	2.941 1	2.709 1	1.783 2	2.205 8	1.896 4
2004	3.337 4	3.036 3	2.804 3	1.835 6	2.277 2	1.963 0
2005	3.457 5	3.156 4	2.924 4	1.901 6	2.367 3	2.193 3
2006	3.571 2	3.270 1	3.038 1	1.964 2	2.452 6	2.278 6
2007	3.682 3	3.381 2	3.149 2	2.025 3	2.535 9	2.361 9
2008	3.692 1	3.391 0	3.159 0	2.030 7	2.543 3	2.369 3
2009	3.697 5	3.396 4	3.164 4	2.033 6	2.547 3	2.373 3
2010	3.701 2	3.400 1	3.168 1	2.035 7	2.550 1	2.376 1

注：表中相关数据都是根据公式(1)—(5)结合长株潭地区相关数据计算得到

市的生态足迹较大, 株洲次之, 湘潭市较小; 从生态足迹与能源生态足迹的增长变化速度来看, 三个不同地区在 1978—2010 年之间都呈现出递增的变化规律性, 且在 20 世纪 70 年代到 80 年代增长相对较为平缓, 20 世纪 90 年代增长速度加快, 而在近 10 年增长速度显著加快, 这主要是因为随着长株潭三市的经济水平显著提高, 对生态环境的影响也正日益加强; 从能源生态足迹占生态足迹的比例来看, 总体来讲呈现出上升的趋势, 但却呈现出与生态足迹绝对值相反的变化规律, 从 20 世纪 70 年代末到 90 年代、再到本世纪近几年, 长沙市由 40% 左右增长到 50% 左右, 再增加到 60% 左右, 株洲市由 70% 左右增长到 75% 左右, 再增加到 80% 左右, 湘潭市由 60% 左右增长到 65% 左右, 再增加到本世纪的 70% 左右。这充分说明了这三个不同地区, 随着经济的不断发展, 能源对经济增长的影响越来越大, 经济发展对能源消费的依存度在不断加强。但由于这三个不同地区的社会经济环境、发展模式、科技发展水平上存在显著差异性, 能源消耗对经济发展的影响也就大不相同。如株洲与湘潭都作为全省工业中心, 能源消耗对其经济增长的影响相对较大, 而长沙作为省会城市, 在人才、科技与资金占有优势, 能源消耗对其经济增长的影响相对较小。

(三) 长株潭三市生态足迹对经济增长的影响

本文首先按照(21)—(22)式进行相应的协方差检验, 判断回归时的模型类别, 经计算 F_1 为 19.325、 F_2 为 8.72, 分别大于其 5% 的显著水平的临界值 3.527 和 2.812, 都在 5% 的显著水平上拒绝“回归方程固定系数、变常数而不变斜率、变斜率而不变常数”的原假设, 因此, 在进行计量回归分析时利用变系数回归模型来进行回归估计。然后, 本文通过 Swamy g-统计量来检验其为固定效应模型还是随机效应模型, 并进行相应的变系数 Swamy GLS 估计。表 2 是从总体上来分析生态足迹对长株潭三市经济增长影响的具体计量回归结果。从表 2 的回归结果来看, g-统计量在 5% 的显著水平上显著, 则应该利用随机效应模型, 而不能利用固定效应模型来

进行回归。因此, 各个回归方程的回归方法都采用 Swamy 变系数随机效应回归方法来进行处理, 从各个变量的回归系数来看, 都在 5% 的显著水平上显著, R^2 与调整 R^2 也都达到了 0.9 以上, 拟合效果较好, 对于资本变量而言, 长沙、株洲、湘潭三个不同区域的变系数回归方程的系数分别为 2.912、2.902、2.893, 依次呈现递减的变化规律, 这反映了资本积累对这三个地区经济增长率的影响; 对于劳动就业变量而言, 长沙、株洲、湘潭三个不同区域的变系数回归方程的系数分别为 1.107、1.208、1.212, 依次呈现递增的变化规律, 这反映了劳动就业对三个地区的经济增长率的影响; 对于人力资本变量而言, 长沙、株洲、湘潭三个不同区域的变系数回归方程的系数分别为 2.716、2.308、2.016, 依次呈现递减的变化规律, 这反映了人力资本积累对三个地区的经济增长率的影响; 对于生态足迹变量而言, 长沙、株洲、湘潭三个不同区域的变系数回归方程的系数分别为 0.417、0.378、0.365, 依次呈现递减的变化规律。由此可知, 长株潭三市生态足迹和经济增长之间呈现正向关系, 随着生态足迹的增加, 经济呈现出相应的增长, 但在不同经济发展区域中呈现出显著的地区差异性。

表2 长株潭三市生态足迹对经济增长影响的回归结果 ($\ln GDP_{it}$)

变量	长沙市	株洲市	湘潭市
常数项	4.212** (4.556)	3.987** (4.098)	3.891* (2.232)
$\ln K_{it}$	2.912* (2.331)	2.902** (5.557)	2.893* (2.598)
$\ln L_{it}$	1.107** (5.522)	1.208* (2.558)	1.212** (6.543)
$\ln H_{it}$	2.716* (2.551)	2.308** (5.544)	2.016* (2.559)
$\ln E_{it}$	0.417** (5.588)	0.378* (2.557)	0.365** (6.559)
g-统计量	449.16*	410.36*	398.37*
R^2	0.907	0.926	0.921
\bar{R}^2	0.901	0.915	0.904
F-statistic	457.337**	432.88**	402.65**

注: “*”、“**” 分别表示在 5%、1% 的显著水平上显著, 括号内为 t-统计量, 数据来源同上表 1

表 3 是长株潭“两型社会”试验区生态足迹中的能源足迹对其经济增长影响的 Swamy 变系数随机效应的回归结果。从表 3 中的回归结果来看, g-统计量在 5% 的显著水平上都显著, 则也应该利用随机效应模型, 而不能利用固定效应模型来进行回归

分析。从各个变量的计量回归系数来看,其T-统计量值都在 5%的显著水平上显著, R^2 与调整 R^2 也都达到了 0.9 以上,拟合效果较好,因此,采用Swamy变系数随机效应回归方法来进行处理是正确的。从回归方程的回归系数的比较来看,物质资本、劳动就业、人力资本的回归系数没有发生多大变化,但常数项与能源足迹的回归系数有较大的变化,长沙、株洲、湘潭三个不同区域的变系数回归方程中的常数项的系数分别为 5.266、4.987、5.892,有较大幅度的增加,三个不同区域的变系数回归方程中的能源足迹的系数分别为 0.715、0.924、0.978,与生态足迹回归方程中的系数不同的是,不仅没有呈现出递减的变化规律,反而呈现出递增的变化规律性,而且其影响系数有较大幅度的增加。这充分说明长沙、株洲、湘潭三个不同区域能源消费对经济增长的影响呈现出差异性的影响,经济发展水平越高反而对能源消费的依存度越低。

表3 长株潭三市能源生态足迹对经济增长影响的回归结果 ($\ln GDP_{it}$)

变量	长沙市	株洲市	湘潭市
常数项	5.266** (4.732)	4.987** (4.193)	4.892* (2.013)
$\ln K_{it}$	2.922* (2.336)	2.908** (5.503)	2.899* (2.599)
$\ln L_{it}$	1.206** (5.523)	1.307* (2.515)	1.316** (6.247)
$\ln H_{it}$	2.817* (2.432)	2.356** (5.546)	2.115* (2.504)
$\ln E_{it}$	0.715** (5.465)	0.924* (2.557)	0.978** (6.078)
g-统计量	443.15*	412.39*	399.32*
R^2	0.956	0.959	0.963
\bar{R}^2	0.933	0.943	0.921
F-statistic	421.336**	411.87**	401.43**

注: “*”、“**” 分别表示在 5%、1%的显著水平上显著, 括号内为 T-统计量, 数据来源为: 湖南省各个不同年度的统计年鉴、长沙市、株洲市、湘潭市统计部门与各年度的统计年鉴、《中经网统计数据库》

从以上关于长沙、株洲与湘潭三个不同地区生态足迹、能源生态足迹对经济增长的影响来看,它们间不仅存在显著正向影响,而且存在显著的地区差异性,这种影响的原因主要在于如下几个方面:一是长株潭三市的经济增长方式为仍以粗放型增长方式为主,高产出是以高投入为代价。长株潭三市中长沙的人均 GDP 最大,株洲次之,湘潭最少,而三个不同地区生态足迹值也依次递减,如 2010 年度分别为 3.701 2、3.400 1、3.168 1。二是长株潭三市生态足迹、能源足迹对经济增长产生的差异性影响主要是由于三不同地区的产业结构和技术进

步水平、资源赋存情况等综合因素而决定的。如长株潭三市人均能源足迹对人均 GDP 影响的系数要大于生态足迹,表明高增长主要靠高能源投入来带动,且三个不同地区工业结构体系、比重与服务业发展水平等方面都存在差异性,从而导致其对生态消耗与能源消耗存在差异性。三是生态足迹与能源足迹虽然对经济增长产生了正向影响,但是从回归系数看,其对人均 GDP 的影响系数偏小,说明生态要素投入效率偏小,而这种投入效率的差异性又与三个不同地区的技术进步的作用有较为密切的关系。

四、结论及其启示

本文首先对生态足迹模型进行相应的修正,然后将生态资源作为一种社会资本融入到社会生产函数中,利用经典的经济增长模型分析人力资本、实物资本、生态足迹等相关生产要素与经济增长之间的内在影响关系,并以此为理论基础构建生态足迹对经济增长影响的计量经济学模型,然后利用长株潭“两型社会”试验区三个不同地区 1978—2010 年度的面板数据,对其生态足迹进行实证测算,并通过变系数 Swamy GLS 估计方法,来实证分析这三个地区生态足迹对其经济增长的影响及其所存在的区域差异性。从理论模型推导知,在一定时期内,物质资本、人力资本与生态资本必须协调增长,社会经济才能实现稳定增长,也就是说,社会、经济、自然生态环境各子系统都要全面协调发展,才能实现经济增长的可持续性。从三个不同地区生态足迹值的相对比较来看,长沙市的生态足迹值相对较大,株洲次之,湘潭市相对较小;从生态足迹与能源生态足迹的增长变化速度来看,三个不同地区在 1978—2010 年之间都呈现出递增的变化规律性,这充分说明了随着长株潭三市的经济发展水平的显著提高,其生态影响也正日益加强;能源生态足迹占生态足迹的比重相对较大,都在 40%以上,其中长沙市对较小,株洲市次之,湘潭市最大。从 Swamy 变系数随机效应回归系数来看,长沙、株洲、湘潭三个不同区域的变系数回归方程的生态足迹变量系数分别为 0.417、0.378、0.365,依次呈现递减的变化规律。由此可知,生态足迹和经济增长之

间呈现正向关系,随着生态足迹的增加,经济呈现相应的增长,而且在不同经济发展区域呈现出显著的地区差异性。与生态足迹回归方程中的系数不同的是,能源足迹的系数分别为0.715、0.924、0.978,不仅没有呈现出递减的变化规律,反而呈现出递增的变化规律性,而且其影响系数有较大幅度的增加。这充分说明长沙、株洲、湘潭三个不同区域能源消费对经济增长呈现出差异性的影响,经济发展水平越高反而对能源消费的依存度越低。从以上相关理论与实证分析结论,“两型社会”试验区长株潭城市群可以得到如下几点启示:

第一,要严格控制人口增长,提升人力资本质量,避免因人口快速增长而造成生态足迹总量的大幅增加。近年来,随着经济发展的不断提速,长株潭“两型社会”试验区人口快速增长,截至2010年其常住人口总量达1342.28万人,其生态足迹值也在不断增加,即生态影响的范围也将不断扩大,生态资源消耗总量也大幅度增加。但其人力资本的总体质量还较低,而在占用同等生态足迹的基础上,人力资本相比劳动就业对经济增长率会产生较大的影响^[16]。因此,控制人口总量,优化与提升人力资源结构体系将是长株潭“两型社会”试验区的一项重要工作。

第二,提升生产要素利用效率,实现经济发展方式由“粗放型”向“集约型”发展的真正转变。从实证分析可知,长株潭“两型社会”试验区人均生态足迹对人均GDP的影响系数偏小,但各地区的能源生态足迹对人均GDP影响的系数相对较大,即要大于生态足迹对经济增长率的影响系数,这表明要素投入的效率偏低,技术进步的作用较小,高增长主要依靠高能源投入来带动,三个不同地区的经济增长仍然为粗放型增长方式,使生态系统的承载力越来越脆弱,资源变为稀缺的生产要素,成为实现经济可持续发展的制约因素。因此,长株潭“两型社会”试验区应加大经济发展的技术创新与人力资本投入以转变其经济发展方式。

第三,快速推进同城化战略,以提升生态资源的利用效率。从实证分析可知,无论是生态足迹、还是生态能源足迹,或者是生态足迹对经济增长的影响,长株潭“两型社会”试验区不同地区都存在

较为显著的地区差异性,也就是说,生态资源在整个长株潭“两型社会”试验区还没有达到充分而有效的利用。今后长株潭“两型社会”试验区应加快城际轨道交通的快速推进,提升区域一体化水平、区域协作能力,实现整个区域资本、人才、技术资源的自由、高效的转移流动,实施区域内产业分工与协调,从同城化的角度来调整优化产业结构,控制高耗能产业的发展速度,从而实现整个区域内生态资源的有效利用。

第四,构建“两型生产与消费”模式,实现生态资源最大利用。长株潭“两型社会”试验区应大力提倡循环经济,严格实施“节能减排”政策,提高废物的回收利用率。重视新能源的研究开发,并大力推广使用,在注重第二产业节能的同时要高度重视第三产业的节能问题,改善能源结构。在消费模式上,各地区要宣传节约,注重科学合理、高效地使用各类资源,倡导集中式住宅和办公建筑,市内交通应提倡公共交通和地铁,鼓励自行车和步行,人人、时时、处处体现出可持续消费理念。

参考文献:

- [1] 梅艳,何蓓蓓.江苏省生态足迹和经济增长的动态特征[J].南京农业大学学报,2008,8(4):56-62.
- [2] 陈惠雄,鲍海君.经济增长、生态足迹与可持续发展能力:基于浙江省的实证研究[J].中国工业经济,2008(8):5-15.
- [3] 张可,陈颖琼.人口红利、生态足迹与经济增长[J].学习与实践,2010(7):34-40.
- [4] Alessandro Galli, Justin Kitzes, Valentina Niccolucci, et al. Assessing the global environmental consequences of economic growth through the Ecological Footprint: A focus on China and India[J]. Ecological Indicators, May 2011, 18(3): 344-356.
- [5] Tuomas Mattila. Any sustainable decoupling in the Finnish economy? A comparison of the pathways and sensitivities of GDP and ecological footprint 2002-2005 [J]. Ecological Indicators, 2011, 22(4): 121-134.
- [6] 叶文忠.长株潭城市群“两型社会”的内涵和特征研究[J].湖南科技大学学报:社会科学版,2010,13(6):85-90.
- [7] 付景涛.“两型社会”建设主体的合作博弈研究——以长株潭城市群为例[J].经济问题探索,2010(9):157-163.

(下转第30页)